বস্তুর উপর তাপের প্রভাব

তাপ: তাপ এক প্রকার শক্তি যা আমাদের ঠান্ডা বা গরমের অনুভূতি জাগায়।

তাপের একক J (জুল)। পূর্বে তাপের একক ছিল cal বা (ক্যালরি)।

তাপকে q বা Q বা H দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$1\ cal = 4.2\ J$$

তাপ পরিমাপক যন্ত্রের নাম ক্যালোরিমিটার।

তাপের প্রকারভেদ

তাপকে প্রধানত তিনভাগে ভাগ করা যায়। যথা—

1. বোধগম্য তাপ (Sensible heat)
2. সুপ্ত তাপ বা লীন তাপ (Latent heat)
3. বিকীর্ণ তাপ (Radiant heat)

বোধগম্য তাপ **(Sensible heat):** যে তাপ প্রয়োগ করলে কোনো বস্তুর অবস্থার পরিবর্তন ঘটে না, কিন্তু তাপমাত্রা বা উষ্ণতা বৃদ্ধি পায়, তাকে বোধগম্য তাপ (Sensible heat) তাপ বলে।

কোনো পাত্রে পানি দিয়ে আগুনে বসালে তা ক্রমে গরম হতে থাকে, অর্থাৎ তার তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। তাপমাত্রার এই পরিবর্তন থার্মোমিটারে পরিমাপ করা যায়। বোধগম্য তাপের সঞ্চারণের ফলে রান্না হয়।

সুপ্ত তাপ বা লীন তাপ **(Latent heat):** যে তাপ কোনো বস্তুর উপর প্রয়োগ করা হলে বস্তুর তাপমাত্রা বা উষ্ণতা পরিবর্তন হয় না কিন্তু বস্তুর অবস্থার পরিবর্তন ঘটে তাকে সুপ্ত তাপ বা লীন তাপ (Latent heat) বলে।

অর্থাৎ, তাপমাত্রা স্থির রেখে পদার্থের অবস্থান্তর ঘটানোর জন্য যে পরিমান তাপ গৃহীত বা বর্জিত হয় তাকে ঐ পদার্থের একক ভরের অবস্থার পরিবর্তনের সুপ্ত তাপ বলে।

0°C তাপমাত্রার বরফ গলে 0°C তাপমাত্রার পানি উৎপন্ন হতে প্রয়োজনীয় সুপ্ত তাপ হলো 80 cal/gm বা 336000 J/kg

সুপ্ত তাপ বা লীন তাপের প্রকারভেদ

সুপ্ত তাপ চার প্রকার। যথা—

1. গলনের সুপ্ত তাপ
2. বাষ্পীভবনের সুপ্ত তাপ
3. তরলীভবনের সুপ্ত তাপ
4. কঠিনীভবনের সুপ্ত তাপ

গলনের সুপ্ত তাপ: উষ্ণতা স্থির রেখে কোন কঠিন পদার্থকে তরলে পরিণত করতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন সেই পরিমান তাপকে ঐ পদার্থের গলনের সুপ্ত তাপ বলে।

বাষ্পীভবনের সুপ্ত তাপ: উষ্ণতা স্থির রেখে কোন তরল পদার্থকে বাষ্পে পরিণত করতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন সেই পরিমান তাপকে ঐ পদার্থের বাষ্পীভবনের সুপ্ত তাপ বলে।

তরলীভবনের সুপ্ত তাপ: উষ্ণতা স্থির রেখে কোন গ্যাসীয় বা বাষ্পীয় পদার্থকে তরলে পরিণত করতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন সেই পরিমান তাপকে ঐ পদার্থের তরলীভবনের সুপ্ত তাপ বলে।

কঠিনীভবনের সুপ্ত তাপ: উষ্ণতা স্থির রেখে কোন তরল পদার্থকে কঠিনে পরিণত করতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন সেই পরিমান তাপকে ঐ পদার্থের কঠিনীভবনের সুপ্ত তাপ বলে।

বিকীর্ণ তাপ (Radiant heat): যে তাপ মাধ্যম ছাড়া কিংবা মাধ্যমকে উত্তপ্ত না করেই বিকিরণ প্রণালীতে উৎস থেকে সঞ্চালিত হয় তাকে বিকীর্ণ তাপ (Radiant heat) বলে।

সূর্য থেকে যে তাপ পৃথিবীতে আসে তা হলো বিকীর্ণ তাপ। সূর্য থেকে আগত বিকীর্ণ তাপ সৌরজগতের বিভিন্ন গ্রহে ছড়িয়ে পড়ে।

প্রশ্ন: তাপ আণবিক গতির সাথে সম্পর্কিত এক প্রকার শক্তি, ব্যাখ্যা করো।
উত্তর: প্রকৃতপক্ষে তাপ পদার্থের অণুগুলোর এলোমেলো গতির ফল। পদার্থের অণুগুলো সবসময় গতিশীল অবস্থায় থাকে। কোনো পদার্থের মোট তাপের পরিমাণ এর মধ্যস্থিত অণুগুলোর মোট গতিশক্তির সমানুপাতিক। কোনো বস্তুতে তাপ প্রদান করা হলে এর অণুগুলোর ছোটাছুটি বৃদ্ধি পায়, ফলে এর গতিশক্তিও বেড়ে যায়। সুতরাং তাপ পদার্থের আণবিক গতির সাথে সম্পর্কিত এক প্রকার শক্তি যা ঠান্ডা বা গরমের অনুভূতি জাগায়।

প্রশ্ন: তাপ এক প্রকার শক্তি, ব্যাখ্যা করো।
উত্তর: তাপ এক প্রকার শক্তি কারণ তাপ কাজ সম্পাদন করতে পারে। ভিন্ন কোনো শক্তি তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হতে পারে আবার তাপশক্তিকেও অন্য শক্তিতে রূপান্তরিত করা যায়। যেমন পেট্রোল ইঞ্জিনে জ্বালানি তেল দহনের ফলে রাসায়নিক শক্তি তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। আবার এ তাপশক্তি টারবাইনের জলকে বাষ্পে রূপান্তরিত করে। এক্ষেত্রে তাপশক্তি যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

উষ্ণতা বা তাপমাত্রা: তাপমাত্রা হচ্ছে সেই তাপীয় অবস্থা যা কোনো বস্তু অন্য বস্তুর সংস্পর্শে এলে তাপ বর্জিত হবে নাকি গৃহীত হবে তা নির্ধারণ করে।

তাপমাত্রাকে θ (থিটা) বা 'T' দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

তাপমাত্রার একক K (কেলভিন)।

তাপমাত্রার অন্য দু'টি একক হচ্ছে °C এবং °F।

তাপমাত্রা পরিমাপক যন্ত্রের নাম থার্মোমিটার।

প্রশ্ন: 1 ক্যালোরি কাকে বলে?

উত্তর: 1 gm পানির তাপমাত্রা 1 °C বাড়াতে যে তাপের প্রয়োজন হয় তাকে 1 ক্যালোরি বলে।

প্রশ্ন: 1 Jul (জুল) তাপ বলতে কী বুঝ?

উত্তর: 1 kg পানির তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে যতটুকু তাপের প্রয়োজন তাকে 1 Jul (জুল) তাপ বলে।

তাপ ও তাপমাত্রার মধ্যে পার্থক্য :

তাপ	তাপমাত্রা
১। তাপ হচ্ছে এক প্রকার শক্তি ; যা আমাদের ঠান্ডা বা গরমের অনুভূতি জাগায়।	১। তাপমাত্রা হচ্ছে কোনো বস্তুর তাপীয় অবস্থা ; যা কোনো বস্তু অন্য বস্তুর সংস্পর্শে আনলে তাপ গৃহীত হবে না কি বর্জিত হবে তা নির্ধারণ করে।
২। তাপের একক J	২। তাপমাত্রার একক কেলভিন (K)
৩। তাপ পরিমাপক যন্ত্রের নাম ক্যালোরিমিটার।	৩। তাপমাত্রা পরিমাপক যন্ত্রের নাম থার্মোমিটার।
৪। তাপীয় প্রবাহ তাপের পরিমাণের উপর নির্ভর করে না।	৪। তাপমাত্রা তাপের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে।
৫। দুইটি বস্তুর তাপ একই হলেও তাপমাত্রা ভিন্ন হতে পারে।	৫। দুইটি বস্তুর তাপমাত্রা একই হলেও তাপ ভিন্ন হতে পারে।

প্রশ্ন: তাপ ও তাপমাত্রা একই নয়। ব্যাখ্যা কর?

উত্তর: তাপ আন্তঃআণবিক গতির সাথে সম্পর্কিত এক প্রকার শক্তি। যা আমাদের ঠান্ডা বা গরমের অনুভূতি জাগায়। আর তাপমাত্রা হচ্ছে বস্তুর তাপীয় অবস্থা যা কোনো বস্তু অন্য বস্তুর সংস্পর্শে আনলে তাপ গ্রহণ করবে নাকি বর্জন করবে তা নির্ধারণ করে।

দুইটি বস্তুর তাপ একই হলেও তাপমাত্রা ভিন্ন হতে পারে।

অনুরূপ ভাবে,

দুইটি বস্তুর তাপমাত্রা একই হলেও তাপ ভিন্ন হতে পারে।

উদাহরণস্বরূপ: একই পরিমাণ তাপ কম-ঘন-বিশিষ্ট পানি; এবং বেশী ঘনবিশিষ্ট পানির উপর প্রয়োগ করলে দেখা যায়,

কম ঘনবিশিষ্ট পানির তাপমাত্রা, বেশী ঘনবিশিষ্ট পানির তাপমাত্রার তুলনায় বেশী।

অনুরূপভাবে,

একই তাপমাত্রায় উত্তপ্ত লোহা এবং "তামা"কে সংস্পর্শে আনলে দেখা যায়, তামা থেকে লোহাতে তাপ সঞ্চালিত হয়।

সুতরাং বলা যায় যে, তাপ ও তাপমাত্রা একই নয়।

প্রশ্ন: দুইটি বস্তুর তাপ সমান হলেও তাপমাত্রা কিংবা তাপমাত্রা সমান হলেও তাপ ভিন্ন হতে পারে কী? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: তাপ একি প্রকার শক্তি যা ঠান্ডা বা গরমের অনুভূতি জাগায়। আর তাপমাত্রা হলো বস্তুর তাপীয় অবস্থা যা নির্ধারণ করে সেই বস্তুটি অন্য বস্তুর সংস্পর্শে আসলে তাপ গ্রহণ করবে নাকি বর্জন করবে।

বস্তুর তাপ সমান হলেও তাপমাত্রা ভিন্ন হতে পারে। কারণ —: বস্তুর তাপমাত্রা তাদের তাপের উপর নির্ভর করে না; বরং নির্ভর করে বস্তুর তাপীয় অবস্থার উপর।

একই উপাদানের কিন্তু ভিন্ন আকারের দুইটি বস্তুর তাপের পরিমাণ সমান ~~হলেও~~ হলে ক্ষুদ্রতর বস্তুটির তাপমাত্রা বেশী হবে?

তাপমাত্রিক ধর্ম : তাপমাত্রা পরিমাপের জন্য পদার্থের যে ধর্মকে ব্যবহার করা হয়, তাকে তাপমাত্রিক ধর্ম বলে।

স্থিরাঙ্ক : তাপমাত্রা পরিমাপের জন্য বিভিন্ন স্কেলের ২টি বিন্দু স্থির ধরে নেয়া হয়। এদেরকে স্থিরাঙ্ক বলে।

তাপমাত্রা পরিমাপক স্কেলের স্থির বিন্দু ২টি।

যথাঃ

১) উর্ধ্বস্থিরাঙ্ক বা স্ফুটনাঙ্ক বা স্টিমবিন্দু বা Boiling point.

২) নিম্নস্থিরাঙ্ক বা বরফবিন্দু বা Ice point বা Freezing point.

① ঊর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক: যে তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ পানি ফুটতে শুরু করে সেই তাপমাত্রাকে ঊর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক বা স্ফুটনাঙ্ক বা স্টিম বিন্দু বা Boiling Point বলে।

② নিম্ন স্থিরাঙ্ক: যে তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ বরফ গলতে শুরু করে অথবা বিশুদ্ধ পানি জমে বরফ হতে শুরু করে, সেই তাপমাত্রাকে নিম্ন স্থিরাঙ্ক বা বরফবিন্দু বা ice point বা freezing point বলে।

পানির ত্রৈধ বিন্দু: নির্দিষ্ট চাপে যে তাপমাত্রায় পানি, বরফ ও জলীয় বাষ্প সহ অবস্থান করে তাকে পানির ত্রৈধ বিন্দু বলে।

0.0060373 atm চাপে পানির ত্রৈধ বিন্দু তাপমাত্রা হচ্ছে 273.16 K.

থার্মোমিটার: তাপমাত্রা বা উষ্ণতা পরিমাপক যন্ত্রের নাম থার্মোমিটার। থার্মোমিটার বিভিন্ন প্রকারের হয়। যথা:

১ অ্যালকোহল থার্মোমিটার

২ বেকম্যান ডিফারেন্সিয়াল ״

৩ দ্বি-ধাতব যান্ত্রিক ״

৪ কুলম্ব আবদ্ধকরণ ״

৫ গ্যালিলিও ״

৬ অবলাল ״

৭ লিকুইড ক্রিস্টাল ״

৮ পারদ ״

৯ চিকিৎসা বা ডাক্তারী ״

১০ রোধ ״

১১ থার্মিস্টার ״

১২ প্লাটিনাম রোধ ״

পারদ থার্মোমিটার: পারদ একটি উজ্জ্বল ধাতব তরল পদার্থ। তাপ প্রয়োগে তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে সাথে পারদের আয়তন সুষমভাবে বাড়ে। পারদের এই ধর্মকে কাজে লাগিয়ে পারদ থার্মোমিটার তৈরি করা হয়।

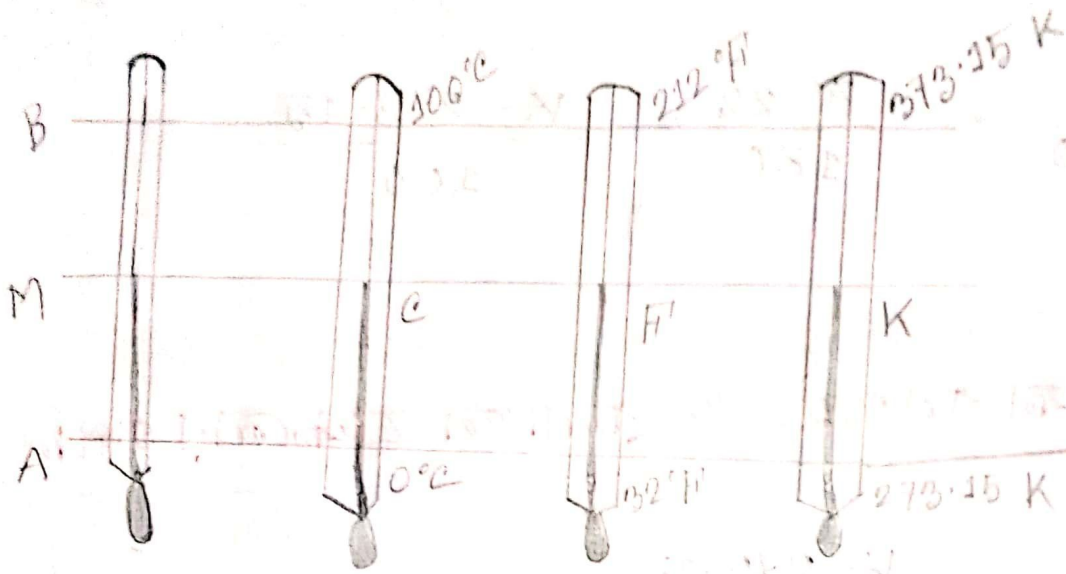
থার্মোমিটারের বিভিন্ন স্কেল:

থার্মোমিটার স্কেল ৩ টি। যথা:

১ সেলসিয়াস স্কেল

২ ফারেনহাইট "

৩ কেলভিন "

সেলসিয়াস, ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলের সম্পর্ক:

মনে করি,

একটি থার্মোমিটারের নিম্ন স্থিরাঙ্ক A এবং ঊর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক B। যেকোনো তাপমাত্রায় পারদের শীর্ষবিন্দু M। এই থার্মোমিটারটির পাশে সেলসিয়াস, ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলকে এমনভাবে রাখা হলো যে, প্রতিটি স্কেলের নিম্ন স্থিরাঙ্ক এবং ঊর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক যথাক্রমে A এবং B বিন্দুর সাথে মিলে যায় এবং সকল স্কেলের পারদ শীর্ষ M বিন্দুর সাথে সেলসিয়াস, ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলের C, F ও K বিন্দু মিলে যায়।

চিত্র হতে পাই,

$$\frac{M-A}{B-A} = \frac{C-0}{100-0} = \frac{F-32}{212-32} = \frac{K-273.15}{373.15-273.15}$$

$$\Rightarrow \frac{M-A}{B-A} = \frac{C}{100} = \frac{F-32}{180} = \frac{K-273.15}{100}$$

∴ সেলসিয়াস, ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলের সম্পর্ক:

$$\frac{C}{100} = \frac{F-32}{180} = \frac{K-273.15}{100}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{K-273.15}{5}}$$

[*] সেলসিয়াস ও ফারেনহাইট স্কেলের সম্পর্ক :

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

বা, $C = \frac{5}{9}(F - 32)$

[*] ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলের সম্পর্ক :

$$\frac{F - 32}{9} = \frac{K - 273.15}{5}$$

[*] সেলসিয়াস ও কেলভিন স্কেলের সম্পর্ক :

$$\frac{C}{5} = \frac{K - 273.15}{5}$$

$$\Rightarrow C = K - 273.15$$

প্রশ্ন: কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 30 °C । একে ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলে প্রকাশ কর?

উত্তর:

আমরা জানি,

$$\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9}$$

$$\Rightarrow \frac{\overset{6}{\cancel{30}}}{\cancel{5}} = \frac{F-32}{9}$$

$$\Rightarrow F - 32 = 54$$

$$\Rightarrow F = 54 + 32$$

$$\therefore F = 86\ ^\circ F$$ (Ans.)

আবার,

$$C = K - 273.15$$

$$\Rightarrow 30 = K - 273.15$$

$$\Rightarrow K = 273.15 - 30$$

$$\therefore K = 243.15 \text{ K} \quad \text{(Ans.)}$$

প্রশ্ন: কোন তাপমাত্রায় সেলসিয়াস ও ফারেনহাইট স্কেল একই পাঠ দিবে?

আমরা জানি,

$$\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9}$$

$$\Rightarrow \frac{T}{5} = \frac{T-32}{9}$$

$$\Rightarrow \frac{9}{5} = \frac{T-32}{T}$$

$$\Rightarrow 1 - \frac{32}{T} = 1.8$$

$$\Rightarrow \frac{32}{T} = 1 - 1.8$$

$$\Rightarrow \frac{32}{T} = -0.8$$

$$\Rightarrow T = -\frac{32}{0.8}$$

$$\therefore T = -40$$

$\therefore$ -40° তাপমাত্রায় সেলসিয়াস ও ফারেনহাইট স্কেল একই পাঠ দিবে।

CamScanner

প্রশ্ন: কোন তাপমাত্রায় ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেল একই পাঠ দিবে?

আমরা জানি,

$$\frac{F-32}{9} = \frac{K-273.15}{5}$$

$$\Rightarrow \frac{T-32}{9} = \frac{T-273.15}{5}$$

$$\Rightarrow 5T - 160 = 9T - 2458.35$$

$$\Rightarrow 4T = 2298.35$$

$$\Rightarrow T = 574.59.$$

$\therefore$ 574.59° তাপমাত্রায় ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেল একই পাঠ দিবে।

প্রশ্ন: তাপমাত্রা পার্থক্যের ক্ষেত্রে সেলসিয়াস ও কেলভিন স্কেল একই পাঠ দেয়। ব্যাখ্যা কর!

উত্তর: মনে করি, কোনো বস্তুর আদি তাপমাত্রা θ_1 °C, এটি কেলভিন স্কেলে হবে,

$$C = K - 273.15$$

$$\Rightarrow \theta_1 = K - 273.15$$

$$\Rightarrow K = \theta_1 + 273.15$$

এখানে,
$C = \theta_1$ °C
$K = ?$

আবার, কোনো বস্তুর চূড়ান্ত তাপমাত্রা θ_2 °C হলে, অনুরূপভাবে কেলভিন স্কেলে হবে,

$$\theta_2 = 273.15$$

∴ তাপমাত্রার পার্থক্য,

$$(\theta_2 - \theta_1)\,°C = (\theta_2 + 273.15) - (\theta_1 + 273.15)$$

$$\Rightarrow (\theta_2 - \theta_1)\,°C = (\theta_2 + 273.15 - \theta_1 - 273.15)$$

$$\Rightarrow (\theta_2 - \theta_1)\,°C = (\theta_2 - \theta_1)\,K.$$

∴ তাপমাত্রা পার্থক্যের ক্ষেত্রে সেলসিয়াস ও কেলভিন স্কেল একই পাঠ দেয়।

ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটারের তাপমাত্রা নির্ণয়:

ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটারের তাপমাত্রা T হলে,

$$T = \frac{T_\theta - T_{ice}}{T_{steam} - T_{ice}}$$

এখানে

T = প্রকৃত তাপমাত্রা

T_θ = ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটারের পাঠ।

T_{ice} = ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটারের নিম্ন স্থিরাঙ্ক

T_{steam} = ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটারের ঊর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক

প্রশ্ন: একটি ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটারের নিম্ন স্থিরাঙ্ক 4°C এবং ঊর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক 98°C। ঐ থার্মোমিটারে 51°C পাঠ দিলে ফারেনহাইট ও সেলসিয়াস স্কেলে পাঠ কত হবে?

প্রশ্ন: একটি ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটার বরফ গলনে 5 °C এবং পানির স্ফুটনাঙ্কে 51 °C পাঠ দেয়। কোনো তাপমাত্রায় উক্ত থার্মোমিটারের পাঠ 98 °C হলে; প্রকৃত তাপমাত্রা কত?

এখানে,

$T_{ice} = 5\ °C$

$T_{steam} = 51\ °C$

$T_\theta = 98\ °C$

$T = ?$

আমরা জানি,

$$T = \frac{T_\theta - T_{ice}}{T_{steam} - T_{ice}}$$

$$= \frac{98 - 5}{51 - 5}$$

$$= \frac{43}{46}$$

$$= 2.02\ °C$$

প্রশ্ন: ১টি ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটারের স্বাভাবিক বায়ুচাপে গলিত বরফে 5°C এবং শুষ্ক বাষ্পে 99°C পাঠ দেয়। থার্মোমিটারটি 52°C পাঠ দিলে প্রকৃত উষ্ণতা কত হবে?

প্রশ্ন: 1 °C কাকে বলে?

উত্তর: সেলসিয়াস স্কেলের বরফ গলনের বিন্দু ও পানির স্ফুটনাঙ্কের ১০০ ভাগের একটি ভাগকে 1 °C বলে।

প্রশ্ন: 1 °F কাকে বলে?

উত্তর: ফারেনহাইট স্কেলের বরফ গলনের বিন্দু ও পানির স্ফুটনাঙ্কের ১৮০ ভাগের একটি ভাগকে 1 °F বলে।

প্রশ্ন: 1 K বলতে কী বুঝ?

উত্তর: পানির ত্রৈধবিন্দুর $\frac{1}{273.16}$ ভাগকে 1 K বলে।

পদার্থের তাপীয় প্রসারণ :

কঠিন পদার্থের প্রসারণ: তাপ প্রয়োগের ফলে কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য, ক্ষেত্র এবং আয়তন বরাবর যে প্রসারণ ঘটে তাকে কঠিন পদার্থের প্রসারণ বলে।

কঠিন পদার্থের প্রসারণ ৩ ভাবে হয়ে থাকে। যথা:

১। দৈর্ঘ্য প্রসারণ বা একমাত্রিক প্রসারণ।

২। ক্ষেত্র প্রসারণ বা দ্বিমাত্রিক প্রসারণ।

৩। আয়তন প্রসারণ বা ত্রিমাত্রিক প্রসারণ।

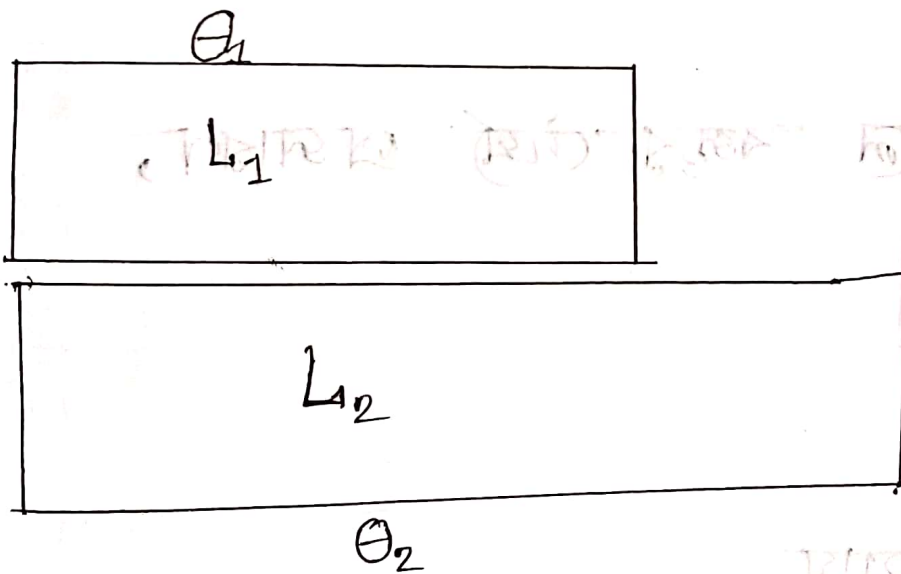
গ) **দৈর্ঘ্য প্রসারণ:** তাপ প্রয়োগের ফলে কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য বরাবর যে প্রসারণ ঘটে তাকে দৈর্ঘ্য প্রসারণ বলে।

দৈর্ঘ্য প্রসারণের রাশিমালা:

θ_1

L_1

L_2

θ_2

$$\therefore \Delta L = L_2 - L_1$$

মনে করি, θ_1 তাপমাত্রায় কোনো বস্তুর আদি দৈর্ঘ্য L_1। তাপ প্রয়োগের ফলে, θ_2 তাপমাত্রায় বস্তুর দৈর্ঘ্য প্রসারিত হয়ে L_2 তে পরিণত হয়।

∴ তাপমাত্রা বৃদ্ধির পরিমাণ,

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$$

∴ তাপ প্রয়োগের ফলে বস্তুর দৈর্ঘ্য প্রসারণ,

$$\Delta L = L_2 - L_1$$

পরীক্ষা করে দেখা যায়, বস্তুর দৈর্ঘ্য প্রসারণ তার আদি দৈর্ঘ্য ও তাপমাত্রা বৃদ্ধি গুণফলের সমানুপাতিক।

অর্থাৎ, $\Delta L \propto L_1 \Delta\theta$

$$\Rightarrow \Delta L = \alpha L_1 \Delta\theta$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta\theta}$$

এখানে, α হলো একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। একে দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ বলা হয়।

→ প্রসারণের ক্ষেত্রে,

$$\alpha = \frac{L_2 - L_1}{L_1(\theta_2 - \theta_1)}$$

→ সংকোচনের ক্ষেত্রে,

$$\alpha = \frac{L_1 - L_2}{L_1(\theta_1 - \theta_2)}$$

এখন,
আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta\theta}$$

$L_1 = 1m$ এবং $\Delta\theta = 1K$ হয় তবে, $\alpha = \frac{\Delta L}{1 \times 1}$

$\Rightarrow \alpha = \Delta L$ হবে

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ: 1 m দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে বস্তুর দৈর্ঘ্য বরাবর যতটুকু প্রসারণ ঘটে তাকে দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ বলে।

ইহাকে α দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

ইহার M.K.S পদ্ধতিতে একক K^{-1} ।

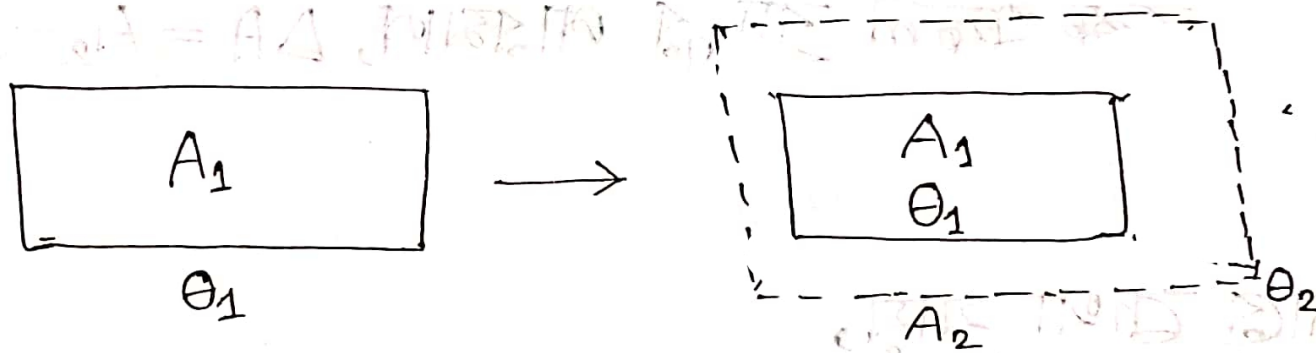
প্রশ্ন: লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $11.6 \times 10^{-6} K^{-1}$ বলতে কী বুঝ?

উত্তর: 1 m দৈর্ঘ্যের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে উহার দৈর্ঘ্য বরাবর যতটুকু প্রসারণ ঘটে তাকে দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ বলে।

লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $11.6 \times 10^{-6} K^{-1}$ বলতে বুঝি 1 m দণ্ডবিশিষ্ট লোহার তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে উহার দৈর্ঘ্য 11.6×10^{-6} বৃদ্ধি পায়।

ক্ষেত্র প্রসারণ: তাপ প্রয়োগের ফলে কঠিন পদার্থের ক্ষেত্রফল অর্থাৎ, দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ বরাবর যে প্রসারণ ঘটে তাকে ক্ষেত্রপ্রসারণ বলে।

ক্ষেত্র প্রসারণের রাশিমালা:

A_1, θ_1 → A_2, θ_2

$$\Delta A = A_2 - A_1$$

$$\Delta \theta = \theta_2 - \theta_1$$

মনে করি,

কোনো বস্তুর θ_1 তাপমাত্রায় আদি ক্ষেত্রফল A_1 তাপ প্রয়োগের ফলে θ_2 তাপমাত্রায় বস্তুর ক্ষেত্রফল প্রসারিত হয়ে A_2 তে পরিণত হয়।

$\therefore$ তাপমাত্রা বৃদ্ধির পরিমাণ, $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$

$\therefore$ ক্ষেত্রফল বৃদ্ধির পরিমাণ, $\Delta A = A_2 - A_1$

পরীক্ষাগারে দেখা যায়,

বস্তুর ক্ষেত্রপ্রসারণ এর আদি দৈর্ঘ্য ও তাপমাত্রা বৃদ্ধির গুণফলের সমানুপাতিক। অর্থাৎ,

$\Delta A \propto A_1 \Delta\theta$

$\Rightarrow \Delta A = \beta A_1 \Delta\theta$

$$\Rightarrow \boxed{\beta = \frac{\Delta A}{A_1 \Delta\theta}}$$

এখানে,
β একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। একে ক্ষেত্রপ্রসারণ সহগ বলে।

প্রসারণের ক্ষেত্রে,

$$\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1(\theta_2 - \theta_1)}$$

$\because A_2 > A_1$

সংকোচনের ক্ষেত্রে,

$$\beta = \frac{A_1 - A_2}{A_1(\theta_1 - \theta_2)}$$

$\because A_1 > A_2$

we know that,

$$\beta = \frac{\Delta A}{A_1 \Delta \theta}$$

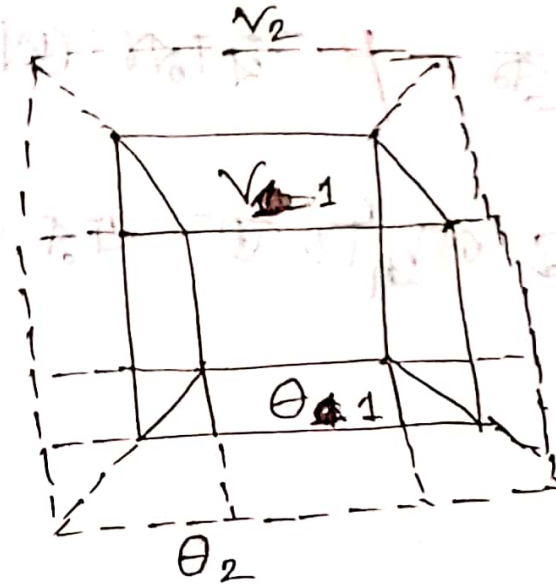
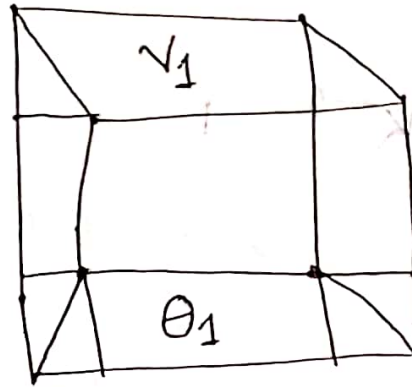
এখানে, $A_1 = 1 m^2$ এবং $\Delta\theta = 1K$ হলে,

$$\beta = \frac{\Delta A}{1 \times 1}$$

$$\Rightarrow \beta = \Delta A \text{ হবে}$$

ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ: 1 m² ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করলে উহার ক্ষেত্রফল বরাবর যে প্রসারণ ঘটে তাকে ক্ষেত্র প্রসারণ বলে।

ইহাকে β দ্বারা প্রকাশ করা হয়। M.K.S পদ্ধতিতে ইহার একক K^{-1}.

আয়তন প্রসারণ: তাপ প্রয়োগে কোনো বস্তুর আয়তন বরাবর যে প্রসারণ ঘটে তাকে আয়তন প্রসারণ বলে।

আয়তন প্রসারণের রাশিমালা:

মনে করি,

কোনো বস্তুর θ_1 তাপমাত্রায় আদি আয়তন V_1 ।

তাপ প্রয়োগের ফলে θ_2 তাপমাত্রায় বস্তুটির আয়তন প্রসারিত হয়ে V_2 তে পরিণত হয় ।

∴ তাপমাত্রা বৃদ্ধির পরিমাণ,

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$$

∴ আয়তন বৃদ্ধির পরিমাণ,

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

পরীক্ষাগারে দেখা যায়,

বস্তুর আয়তন প্রসারণ এর আদি আয়তন ও তাপমাত্রা বৃদ্ধির গুণফলের সমানুপাতিক। অর্থাৎ,

$$\Delta V \propto V_1 \cdot \Delta\theta$$

$$\Rightarrow \Delta V = \gamma \cdot V_1 \cdot \Delta\theta$$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{\Delta V}{V_1 \cdot \Delta\theta}$$

এখানে, γ একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। একে আয়তন প্রসারণ সহগ বলে।

→ প্রসারণের ক্ষেত্রে,

$$\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1(\theta_2 - \theta_1)} \quad \because V_2 > V_1$$

→ সংকোচনের ক্ষেত্রে,

$$\gamma = \frac{V_1 - V_2}{V_1(\theta_1 - \theta_2)} \quad \because V_1 > V_2$$

আমরা জানি, $\gamma = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta\Theta}$

এখানে, $V_1 = 1m^3$ এবং $\Delta\Theta = 1$ K হলে, $\gamma = \Delta V$ হয়।

আয়তন প্রসারণ সহগ: $1 m^3$ আয়তনবিশিষ্ট কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে যতটুকু আয়তন প্রসারিত হয় তাকে আয়তন প্রসারণ সহগ বলে।

ইহাকে γ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

M.K.S পদ্ধতিতে ইহার একক K^{-1}।

প্রশ্ন: লোহার আয়তন প্রসারণ সহগ 33×10^{-6} বলতে কী বুঝ?

উত্তর: লোহার আয়তন প্রসারণ সহগ 33×10^{-6} K^{-1} বলতে বুঝায়, $1 m^3$ আয়তনবিশিষ্ট লোহার দণ্ডের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে লোহার আয়তন 33×10^{-6} m^3 বৃদ্ধি পায়।

α, β এবং γ এর মাঝে সম্পর্ক নির্ণয়ঃ

আমরা জানি

$\beta = 2\alpha \longrightarrow$ (i)

$\gamma = 3\alpha \longrightarrow$ (ii)

(i) নং সমীকরণটিকে ৩ দ্বারা গুণ করে পাই,

$3\beta = 6\alpha \longrightarrow$ (iii)

(ii) নং সমীকরণটিকে ২ দ্বারা গুণ করে পাই,

$2\gamma = 6\alpha \longrightarrow$ (iv)

সমীকরণ (iii) ও (iv) হতে পাই,

$3\beta = 6\alpha = 2\gamma$

$\therefore 3\beta = 2\gamma$

প্রশ্ন: 20 °C তাপমাত্রায় একটি লোহার দৈর্ঘ্য 30 m। 60 °C তাপমাত্রায় এর দৈর্ঘ্য কতটুকু প্রসারিত হবে?

উত্তর: আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta\theta}$$

$$\Rightarrow \Delta L = L_1 \Delta\theta \times \alpha$$

$$\Rightarrow \Delta L = 30 \times 40 \times 11.6 \times 10^{-6}$$

$$\therefore \Delta L = 0.01392$$

এখানে,

$\alpha = 11.6 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

$L_1 = 30\ m$

$\Delta\theta = (60-20)^\circ C$

$= 40\ K$

$\Delta L = ?$

CamScanner

প্রশ্ন: 20 K তাপমাত্রায় একটি লোহার পাতের ক্ষেত্রফল যা ছিল, 60 K তাপমাত্রায় তার ক্ষেত্রফল 50 m^2 হয়। লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $11.6\times10^{-6}\ K^{-1}$ হলে এর আদি ক্ষেত্রফল কত?

উত্তর: আমরা জানি,

$$\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1 \Delta\theta}$$

$$\Rightarrow 2\alpha = \frac{A_2 - A_1}{A_1 \Delta\theta}$$

এখানে,

$\Delta\theta = (60-20)K$

$= 40\ K$

$\alpha = 11.6\times10^{-6}\ K$

$A_2 = 50\ m^2$

$A_1 = ?$

$$\Rightarrow 2\alpha\Delta\theta = \frac{A_2 - A_1}{A_1}$$

$$\Rightarrow 2\alpha\Delta\theta = \frac{A_2}{A_1} - \frac{A_1}{A_1}$$

$$\Rightarrow 2\alpha\Delta\theta = \frac{A_2}{A_1} - 1$$

$$\Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = 2\alpha\Delta\theta + 1$$

$$\Rightarrow A_1 = \frac{A_2}{2\alpha\Delta\theta + 1}$$

প্রশ্ন: 30 K তাপমাত্রায় একটি লোহার দণ্ডের দৈর্ঘ্য 30m হলে এর দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, ক্ষেত্রপ্রসারণ সহগ ও আয়তন প্রসারণ সহগের অনুপাত নির্ণয় কর?

উত্তর: আমরা জানি,
দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ α হলে,

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta \theta}$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{10}{20 \times 40}$$

$$\therefore \alpha = 12.5 \times 10^{-3} \ K^{-1}$$

$\therefore$ দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $\alpha = 12.5 \times 10^{-3} \ K^{-1}$.

আবার, ক্ষেত্রপ্রসারণ সহগ β হলে,

$$\beta = 2\alpha$$

$$\rightarrow \beta = 2 \times 12.5 \times 10^{-3}$$

$$\therefore \beta = 25 \times 10^{-3} \ K^{-1}.$$

আবার আয়তন প্রসারণ সহগ γ হলে,

$\gamma = 3\alpha$

$\Rightarrow \gamma = 3 \times 12.5 \times 10^{-3}$

$\therefore \gamma = 37.5 \times 10^{-3}$

এবং অনুপাত $= \alpha : \beta : \gamma$

$= 12.5 \times 10^{-3} : 25 \times 10^{-3} : 37.5 \times 10^{-3}$

$= \frac{12.5 \times 10^{-3}}{12.5 \times 10^{-3}} : \frac{25 \times 10^{-3}}{12.5 \times 10^{-3}} : \frac{37.5 \times 10^{-3}}{12.5 \times 10^{-3}}$

$= 1 : 2 : 3$

ইহাই নির্ণেয় সম্পর্ক।

প্রশ্ন: সোনার ঘনত্ব 19.30 gm/cc । এর দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ 14×10^{-6} °C^{-1} । এর তাপমাত্রা 100 °C বাড়ালে ঘনত্ব কত হবে?

উত্তর: আমরা জানি,

এখানে,
$\alpha = 14 \times 10^{-6}$ °C^{-1}
$\Delta\theta = 100$ °C ।

$$\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_0 \Delta\theta}$$

$$\Rightarrow 3\alpha = \frac{V_2 - V_1}{V_0 \Delta\theta}$$

$$\Rightarrow V_2 - V_1 = 3\alpha \times V_1 \times \Delta\theta$$

$$\Rightarrow V_2 = 3\alpha V_1 \Delta\theta + V_1$$

$$\Rightarrow V_2 = V_1(3\alpha\Delta\theta + 1)$$

$$\Rightarrow V_2 = V_1(3 \times 14 \times 10^{-6} \times 100 + 1)$$

$$\Rightarrow V_2 = 1.0042 \times V_1 \quad \text{(i)}$$

তাপ দেওয়ার পূর্বে সোনার ঘনত্ব ρ_1 হলে,

$$\rho_1 = \frac{m}{V_1}$$

$$\Rightarrow 19.30 = \frac{m}{V_1} \longrightarrow \text{(ii)}$$

তাপ দেওয়ার পর সোনার ঘনত্ব ρ_2 হলে,

$$\rho_2 = \frac{m}{V_2}$$

$$\Rightarrow \rho_2 = \frac{m}{1.0042 \times V_1}$$ [(i) নং থেকে V_2 এর মান]

$$\Rightarrow \rho_2 = \frac{1}{1.0042} \times \frac{m}{V_1}$$

$$\Rightarrow \rho_2 = 0.996 \times 19.30$$ [(ii) নং এ $\frac{m}{V_1}$ এর মান বসিয়ে]

$$\therefore \rho_2 = 19.22 \text{ gm/cc}.$$

Title: তরল পদার্থের প্রসারণ

তাপ প্রয়োগের ফলে তরল পদার্থের আয়তন প্রসারণকে তরল পদার্থের প্রসারণ বলে।

→ তরল পদার্থের প্রসারণ দুই প্রকার,

- আপাত প্রসারণ
- প্রকৃত প্রসারণ।

→ **আপাত প্রসারণ:** পাত্রের প্রসারণ বিবেচনা না করে তরলের আয়তনের যে প্রসারণ পাওয়া যায় তাকে আপাত প্রসারণ বলে। ইহাকে V_a অথবা ΔV_a দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

→ **প্রকৃত প্রসারণ:** পাত্রের প্রসারণ বিবেচনা করে তরলের আয়তনের যে প্রসারণ পাওয়া যায় তাকে প্রকৃত প্রসারণ বলে। ইহাকে V_r, ΔV_r, V_l দ্বারা প্রকাশ করা হয়,

Title: তরলের প্রকৃত ও আপাত প্রসারণের মধ্যে সম্পর্ক

C → চূড়ান্ত অর্থাৎ কঠিন পদার্থ থেকে তরল পদার্থে তাপ সঞ্চালিত হওয়ার পর প্রসারিত তরলের উপরিতল,

A → তাপ দেওয়ার পূর্বে তরলের উপরিতল,

B → কিছু তাপ প্রয়োগে কঠিন পদার্থে বা পাত্রের প্রসারণের ফলে তরলের উপরিতল নিচে নেমে যায়,

- পাত্রের প্রসারণ = AB
- আপাত প্রসারণ = AC
- প্রকৃত প্রসারণ = BC

[কঠিন পদার্থের প্রসারণ]

চিত্রানুযায়ী,

→ BC = AB + AC

- প্রকৃত প্রসারণ = পাত্রের প্রসারণ + আপাত প্রসারণ
- $V_r = V_g + V_a$

ইহাই তরলের প্রকৃত ও আপাত প্রসারণের মধ্যে সম্পর্ক।

এখানে,

- V_P বা ΔV_P বা V_L ⟹ প্রকৃত প্রসারণ।
- V_g বা V_B ⟹ পাত্রের প্রসারণ।
- V_a বা ΔV_a ⟹ আপাত প্রসারণ।

Title: তরলের প্রসারণ সহগ

⟶ তরলের প্রসারণ সহগ দুই প্রকার, যথা:-

- আপাত প্রসারণ সহগ,
- প্রকৃত " "

⟶ **আপাত প্রসারণ সহগ:** $1m^3$ আয়তনের বিশিষ্ট তরলের তাপমাত্রা $1k$ বৃদ্ধি পেলে তরলের আপাত প্রসারণ যতটুকু বৃদ্ধি পায়, তাকে আপাত প্রসারণ সহগ বলে।

⟶ ইহাকে γ_a দ্বারা প্রকাশ করা হয়, M.k.s পদ্ধতিতে ইহার একক K^{-1}।

Title: আপাত প্রসারণ সহগের রাশিমালা

মনে করি, θ_1 তাপমাত্রায় তরলের আদি আয়তন V_1 এবং θ_2 তাপমাত্রায় তরলের চূড়ান্ত আয়তন V_2 হলে,

∴ তাপমাত্রা বৃদ্ধির পরিমাণ $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$,

এবং তরলের আপাত আয়তন প্রসারণের পরিমাণ $\Delta V_a = V_2 - V_1$,

পরীক্ষা করে দেখা যায়, তরলের আপাত প্রসারণ এর আদি আয়তন ও তাপমাত্রা বৃদ্ধির গুণফলের সমানুপাতিক,

অর্থাৎ,

$$\Delta V_a \propto V_1 \Delta\theta$$

$$\Rightarrow \Delta V_a = \gamma_a V_1 \Delta\theta$$

$$\Rightarrow \gamma_a = \frac{\Delta V_a}{V_1 \Delta\theta}$$

এখানে, γ_a একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক,

একে তরলের আপাত প্রসারণ সহগ বলে,

এখানে,

ΔV_a বা V_a ⟹ তরলের আপাত প্রসারণ

V_1 ⟹ তরলের আদি আয়তন,

$\Delta\theta$ বা ΔT ⟹ তাপমাত্রা বৃদ্ধির পরিমাণ,

γ_a ⟹ তরলের আপাত প্রসারণ সহগ,

We know that,

$$\gamma_a = \frac{\Delta V_a}{V_1 \Delta\theta}$$

এখানে, $V_1 = 1m^3$ এবং $\Delta\theta = 1K$ হলে,

$$\gamma_a = \frac{\Delta V_a}{1 \times 1}$$

$\gamma_a = \Delta V_a$ হয়

অর্থাৎ $1m^3$ আয়তনের বিশিষ্ট তরলের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে তরলের যতটুকু প্রসারণ ঘটে তাকে তরলের আপাত প্রসারণ সহগ বলে।

প্রকৃত প্রসারণ সহগ: $1m^3$ আয়তনের বিশিষ্ট তরলের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে তরলের যতটুকু প্রকৃত প্রসারণ ঘটে তাকে প্রকৃত প্রসারণ সহগ বলে।

ইহাকে γ_r দ্বারা প্রকাশ করা হয়, m.k.s পদ্ধতিতে ইহার একক K^{-1}।

Title: তরলের প্রকৃত প্রসারণের রাশিমালা

মনে করি,

θ_1 তাপমাত্রায় তরলের আদি আয়তন v_1 এবং θ_2 তাপমাত্রায় চূড়ান্ত আয়তন v_2 হলে,

∴ তাপমাত্রা বৃদ্ধির পরিমাণ $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$

→ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে তরলের প্রকৃত প্রসারণ $\Delta V_r = v_2 - v_1$

→ পরীক্ষা করে দেখা যায়, তরলের আদি আয়তন ও প্রকৃত প্রসারণ তাপমাত্রা বৃদ্ধির সমানুপাতিক,

অর্থাৎ $\Delta V_r \propto v_1 \Delta\theta$

$\Rightarrow \Delta V_r = \gamma_r v_1 \Delta\theta$

$$\Rightarrow \gamma_r = \frac{\Delta V_r}{v_1 \Delta\theta}$$

γ_r একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক, একে প্রকৃত প্রসারণ সহগ বলা হয়।

We know that,

এখানে, $v_1 = 1 m^3$ এবং $\Delta\theta = 1K$ হলে

$\gamma_r = \frac{\Delta V_a}{1 \times 1}$

$\Rightarrow \gamma_r = \Delta V_a$

অর্থাৎ 1m³ আয়তন বিশিষ্ট তরলের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে যতটুকু প্রসারণ ঘটে। তাকে প্রকৃত প্রসারণ সহগ বলে।

Title: তরলের প্রকৃত প্রসারণ সহগ ও আপাত প্রসারণ সহগের মধ্যে সম্পর্ক

তরলের প্রকৃত প্রসারণ সহগ γ_r এবং আপাত প্রসারণ সহগ γ_a দ্বারা প্রকাশ করা হয়, এবং পাত্রের প্রসারণ সহগ γ_g হলে, আমরা পাই,

তরলের প্রকৃত প্রসারণ সহগ = তরলের আপাত প্রসারণ সহগ + পাত্রের প্রসারণ সহগ।

$$\Rightarrow \gamma_r = \gamma_a + \gamma_g$$

প্রশ্ন: পানির ব্যতিক্রমী প্রসারণ বলতে কি বুঝ? ব্যাখ্যা করো।

তরল পদার্থে তাপ প্রয়োগ করলে তার আয়তন বাড়ে। তাপ অপসারণে আয়তন কমে। কিন্তু 0°C তাপমাত্রার পানিতে উত্তপ্ত করলে এর আয়তন বাড়ে না বরং আয়তন কমে। 0°C পর্যন্ত এরূপ ঘটনা ঘটে। 4°C তাপমাত্রার পানিকে গরম বা ঠান্ডা যাই করা হোক না কেন তা প্রসারিত হয় যা তরল পদার্থের প্রসারণে ব্যতিক্রম। পানির এই প্রসারণকে পানির ব্যাতিক্রমী প্রসারণ বলে।

Title: গ্যাসের আয়তন প্রসারণ

স্থির চাপে তাপ প্রয়োগের ফলে গ্যাসের আয়তনের যে প্রসারণ ঘটে তাকে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ বলে।

Title: স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণের নিয়মাবলী

মনে করি,
নির্দিষ্ট চাপে T_1 তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের আদি আয়তন V_1। একই চাপে T_2 তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন প্রসারিত হয়ে V_2 তে পরিণত হয়।

∴ তাপমাত্রা বৃদ্ধির পরিমাণ $\Delta T = T_2 - T_1$

স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণের পরিমাণ $\Delta V = V_2 - V_1$

পরীক্ষা করে দেখা যায় নির্দিষ্ট চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ এর আদি আয়তন ও তাপমাত্রা বৃদ্ধির গুণফলের সমানুপাতিক, অর্থাৎ

$$\Delta V \propto V_1 \Delta T$$

$$\Delta V = \beta_p V_1 \Delta T$$

$$\Rightarrow \boxed{\beta_p = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta T}}$$

[এখানে, β_p একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। একে স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগ বলে।

$$\Rightarrow \boxed{\beta_p = \frac{V_2 - V_1}{V_1 (T_2 - T_1)}}$$ → প্রসারণের ক্ষেত্রে

$$\Rightarrow \boxed{\beta_p = \frac{V_1 - V_2}{V_1 (T_1 - T_2)}}$$ → সংকোচনের ক্ষেত্রে,

We know that,

$$\beta_p = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta T}$$

এখানে, $V_1 = 1 m^3$ ও $\Delta T = 1K$ হলে,

$$\beta_p = \frac{৪V}{1 \times 1}$$

$$\Rightarrow \beta_p = ৪V \text{ হয়।}$$

অর্থাৎ,

Title: স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগ

স্থির চাপে 0°C তাপমাত্রার নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের $1m^3$ আয়তনের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে ওই গ্যাসের আয়তন যতটুকু বৃদ্ধি পায় তাকে স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগ বলে।

- ইহাকে β বা γ_p দ্বারা প্রকাশ করা হয়।
- M.K.S পদ্ধতিতে ইহার একক K^{-1}।

Title : গ্যাসের চাপ প্রসারণ

স্থির আয়তনে তাপ প্রয়োগের ফলে গ্যাসের চাপের যে প্রসারণ ঘটে তাকে গ্যাসের চাপ প্রসারণ বলে।

Title : স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপ প্রসারণের রাশিমালা

T_1 P_1 T_2 P_2

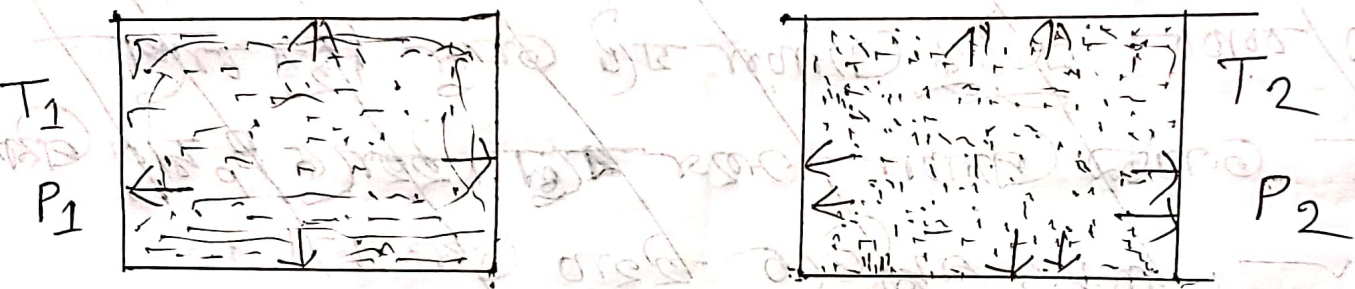
ধরে নেই,

নির্দিষ্ট আয়তনের গ্যাসে T_1 তাপমাত্রায় যেখানে চাপ P_1 এবং T_2 তাপমাত্রায় চাপ বৃদ্ধি পেয়ে P_2 তে পরিণত হয়।

∴ তাপমাত্রা বৃদ্ধির পরিমাণ $\Delta T = T_2 - T_1$

স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপ বৃদ্ধির পরিমাণ $\Delta P = P_2 - P_1$

পরীক্ষা দ্বারা দেখা যায়, নির্দিষ্ট আয়তনে গ্যাসের চাপের প্রসারণ এবং আদি চাপ ও তাপমাত্রা বৃদ্ধির গুণফলের সমানুপাতিক।

কোথায়,

$$\Delta P \propto P_1 \Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta P = \gamma_v P_1 \Delta T$$

$$\Rightarrow \boxed{\gamma_v = \frac{\Delta P}{P_1 \Delta T}}$$

$$\Rightarrow \boxed{\gamma_v = \frac{P_2 - P_1}{P_1(T_2 - T_1)}}$$

এখানে γ_v একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। একে স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপ প্রসারণ সহগ বলে।

we know that,

$$\gamma_v = \frac{\Delta P}{P_1 \Delta T}$$

এখানে, $P_1 = 1 m^3$ ও $\Delta T = 1K$ হলে

$$\gamma_v = \frac{\Delta P}{1 \times 1}$$

$$\therefore \gamma_v = \Delta P$$

স্থির আয়তনে

চাপ প্রসারণ সহগ: 0°C তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের 1P চাপের কোনো গ্যাসের আয়তন স্থির রেখে তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে ঐ গ্যাসের চাপ যতটুকু বৃদ্ধি পায় তাকে চাপ প্রসারণ সহগ বলে।

- একে β_p বা γ_v দ্বারা প্রকাশ করা হয়।
- M.K.S পদ্ধতিতে এর একক K^{-1}.

Title: আদর্শ গ্যাস এবং বাস্তব গ্যাস

আদর্শ গ্যাস: যে সকল গ্যাস সর্বাবস্থায় উষ্ণতা ও চাপে বয়েলের সূত্র, চার্লস এর সূত্র এবং আদর্শ গ্যাস সমীকরণ $PV = nRT$ মেনে চলে তাদের কে আদর্শ গ্যাস বলে।

বাস্তবে আদর্শ গ্যাসের কোনো অস্তিত্ব নেই। অর্থাৎ কোনো গ্যাসই বয়েলের সূত্র ও চার্লস এর সূত্র কিংবা $PV = nRT$ সূত্র মেনে চলে না। এটি একটি কাল্পনিক ঘটনা মাত্র।

বাস্তব গ্যাস: যে সকল গ্যাস যেকোনো চাপ ও তাপমাত্রায় আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ $PV = nRT$ কে সঠিক ভাবে মেনে চলে না তাদেরকে বাস্তব গ্যাস বলে।

Title: আদর্শ গ্যাস ও বাস্তব গ্যাসের পার্থক্য সমূহ

- আদর্শ গ্যাস সকল উষ্ণতা ও চাপে $PV = nRT$ সমীকরণ মেনে চলে কিন্তু বাস্তব গ্যাস মেনে চলে না।
- প্রকৃতিতে কোনো গ্যাসই আদর্শ গ্যাস নয় কিন্তু সকল গ্যাসই বাস্তব গ্যাস।

আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে অণুগুলির ক্ষেত্রে পারস্পরিক আকর্ষণ ক্রিয়া করে না কিন্তু বাস্তব গ্যাসের ক্ষেত্রে ক্রিয়া করে।

আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে অণুগুলির আয়তন পাত্রের তুলনায় নগন্য হয় কিন্তু বাস্তব গ্যাসের ক্ষেত্রে নগন্য হয়।

title: গ্যাসের গতিতত্ত্বের মূল স্বীকার্যসমূহ

বিভিন্ন ঘটনা বিশেষত ব্রাউনীয় গতি পর্যবেক্ষণ করে আমরা জানতে পারি, কোনো গ্যাস কিছু অণুর সমষ্টি এবং এই অণুগুলো অবিরত ভাবে সঞ্চালনশীল। গ্যাসের অণুগুলোর গতির ফলে তাপের উদ্ভব ঘটে এবং এটাই গ্যাসের গতি ও তত্ত্বের মূল ভিত্তি। গ্যাসের গতি ও তত্ত্ব কয়েকটি স্বীকার্যের উপর নির্ভরশীল। স্বীকার্য সমূহ নিম্নরূপ:

সকল গ্যাসই অসংখ্য অণুর সমষ্টি। একই গ্যাসের সকল অণুগুলি সব বিষয়ে একই রকমের। কিন্তু ভিন্ন ভিন্ন গ্যাসের অণুগুলি ভিন্ন ভিন্ন রকমের। গ্যাস অণুগুলি বিন্দু ভরের (Point mass) মতো। এবং –

এবং এর আয়তন, পাত্রের আয়তনের তুলনায় খুবই নগণ্য।

- অণু গুলো সর্বদাই গতিশীল। এই গতি সম্পূর্ণ এলোমেলো অর্থাৎ অণুগুলি সম্ভাব্য সকল দিকে ধাবমান। এবং এদের বেগ শূন্য থেকে অসীমের মধ্যে হতে পারে।

- অণুগুলি দৃঢ় এবং আদর্শ স্থিতিস্থাপক গোলকের ন্যায় আচরণ করে। অণুগুলি পাত্রের দেয়ালের সাথে এবং পরস্পরের সাথে অনবরত যে সংঘর্ষ হয়, এগুলো পূর্ণ স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ। অতএব এ ধরনের সংঘর্ষে অণু গুলোর গতি বেগ পরিবর্তিত হয়, কিন্তু গতি শক্তি ও রৈখিক ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে।

- চলাচলের সময় অণু গুলো পরস্পরের সাথে এবং পাত্রের দেয়ালে ধাক্কা খায়। প্রতিটি সংঘর্ষের পর অণুগুলোর বেগের মান ও দিক উভয়ই পরিবর্তিত হয়। এই সব সংঘর্ষ ঘটলেও স্থিতি অবস্থায় পাত্রের অভ্যন্তরে যে কোনো স্থানে একক আয়তনে অণু সংখ্যা অর্থাৎ আনবিক ঘনত্ব অপরিবর্তিত থাকে। অণু গুলো পাত্রের দেয়ালের সাথে কিংবা পরস্পরের সাথে কোনো আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল অনুভব করে না। সুতরাং তাদের কোনো স্থিতি শক্তি নেই। সম্পূর্ণ শক্তি হচ্ছে গতিশক্তি

- কোনো অণু একটি সংঘর্ষ ঘটানোর পর তার পরের সংঘর্ষটি ঘটানো পর্যন্ত নিউটনের গতির ১ম সূত্রানুসারে সমবেগে চলে।

- যে সময় ধরে একটি সংঘর্ষ ঘটে তা মুক্ত পথ অতিক্রম করার তুলনায় অতি নগণ্য। অর্থাৎ সংঘর্ষগুলি মুহূর্তের মধ্যে সংঘটিত হয় যা সংঘর্ষগুলি তাৎক্ষণিক।

সকল বাস্তব গ্যাসের ক্ষেত্রে উপরোক্ত স্বীকার্যগুলি সব সময় প্রযোজ্য হয় না। যে গ্যাস উপরোক্ত স্বীকার্য সমূহ মেনে চলে তাদের কে আদর্শ গ্যাস (Ideal gases) বলে। গ্যাসের গতিতত্ত্বে এই সূত্রগুলোকে কোনো ভাবেই ব্যবহার করা হয় না। গতিতত্ত্বের বৈশিষ্ট হলো উল্লেখিত স্বীকার্য গুলোর মাধ্যমে সম্পূর্ণ তাত্ত্বিক ভাবে গ্যাসের ধর্মগুলি বিশ্লেষণ করা হয় এবং গ্যাসের সূত্রগুলিকে তাত্ত্বিক ভাবে প্রতিষ্ঠা করা হয়।

পরবর্তীতে দেখা যায় এই তাত্ত্বিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে পরীক্ষা লব্ধ প্রতিটি সূত্রকে নির্ভুলভাবে নির্ণয় করা সম্ভব। এটিই গ্যাসের গতিতত্ত্বের সাফল্য।

Title: আদর্শ গ্যাসের সূত্রাবলি

• গ্যাসের তিনটি চলরাশি বিদ্যমান। যথা:—

• চাপ (P).

• আয়তন (V).

• তাপমাত্রা (T).

এদের যেকোনো একটি স্থির থাকলে অন্য দুটি পরিবর্তিত হওয়ার সময় নির্দিষ্ট সূত্র মেনে চলে।

তাই চাপ, আয়তন ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক সূচক তিনটি সূত্র আছে। এদেরকে গ্যাসীয় সূত্র বলে। সূত্রগুলো প্রতিপাদ্য বিষয়গুলো নিম্নরূপ।

• বয়েলের সূত্রের প্রতিপাদ্য বিষয়: এ সূত্রে তাপমাত্রা স্থির থাকলে আয়তন ও চাপের মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে।

• চার্লস এর সূত্রের প্রতিপাদ্য বিষয়: এ সূত্রে চাপ স্থির থাকলে আয়তন ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে।

• রেনোর সূত্র বা চাপীয় সূত্রের প্রতিপাদ্য বিষয়: এ সূত্রে আয়তন স্থির থাকলে চাপ ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে।

বয়েলের সূত্র : "স্থির উষ্ণতায় নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের আয়তন প্রাসমিক চাপের সাথে ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়।"

Title: বয়েলের সূত্রের প্রতিপাদন

নির্দিষ্ট উষ্ণতায় নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের আয়তন V এবং চাপ P হলে বয়েলের সূত্রানুসারে পাই,

$$V \propto \frac{1}{P}$$

[∴ K একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক]

$$\Rightarrow V = K \cdot \frac{1}{P}$$

$$\Rightarrow V = \frac{K}{P}$$

$$\Rightarrow PV = K$$

যদি স্থির উষ্ণতায় নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের P_1 চাপে আয়তন V_1 এবং P_2 চাপে আয়তন V_2 হয় তবে বয়েলের সূত্রানুসারে পাই,

$$P_1V_1 = P_2V_2 = K$$

[4] চার্লস এর সূত্র :- 1787 সালে ফরাসি বিজ্ঞানি জ্যাক আলেক্স সান্দ্রে সেজারে চার্লস। স্থির চাপে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের উষ্ণতা বৃদ্ধির সঙ্গে আয়তন প্রসারণের সম্পর্ক পরীক্ষা করে দেখেন। তিনি এই সিদ্ধান্তে উপনীত হন যে, স্থির চাপে কোনো নির্দিষ্ট আয়তনের যে কোনো গ্যাস সমান উষ্ণতা বৃদ্ধিতে সম পরিমাণ প্রসারিত হয়।

1802 সালে বিজ্ঞানী গ্যালুসাক — প্রায় একই সিদ্ধান্তে উপনীত হন। তিনি দেখান যে, স্থির চাপে সকল গ্যাসের আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্ক সমান।

1842 সালে বিজ্ঞানি আঁরি ভিক্টর রেনো পরীক্ষা করে দেখান যে, এই গুণাঙ্কের মান প্রতি ডিগ্রী সেলসিয়াসে 273 ।

গ্যালুসাক ও রেনো পরীক্ষা লব্ধ ফলাফলের সমন্বয় সাধন ঘটিয়ে চার্লস এর সূত্র বের করা হয়।

সূত্র :- "স্থির চাপে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন প্রতি °C উষ্ণতা বৃদ্ধি বা হ্রাস এর জন্য ওই গ্যাসের 0°C এর আয়তনের $\frac{1}{273}$ অংশ বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।"

Title: চার্লস এর সূত্রের রাশিমালা

ধরে করি,

স্থির চাপে 0°C উষ্ণতায় নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন V_0 চার্লস এর সূত্রানুসারে 1°C উষ্ণতায় ঐ গ্যাসের আয়তন V_1 হলে,

$$V_1 = V_0 + V_0 \text{ এর } \frac{1}{273}$$

$$\Rightarrow V_1 = V_0 + \frac{V_0}{273}$$

$$\Rightarrow V_1 = V_0 \left(1 + \frac{1}{273}\right)$$

2°C উষ্ণতায় ঐ গ্যাসের আয়তন V_2 হলে,

$$V_2 = V_0 + V_0 \text{ এর } \frac{2}{273}$$

$$\Rightarrow V_2 = V_0 + \frac{2V_0}{273} \quad \Rightarrow V_2 = V_0 \left(1 + \frac{2}{273}\right)$$

∴ t°C উষ্ণতায় ঐ গ্যাসের আয়তন V_t হলে,

$$V_t = V_0 + V_0 \text{ এর } \frac{t}{273}$$

$$\boxed{\Rightarrow V_t = V_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right)}$$

অনুরূপ ভাবে, t°C উষ্ণতা হ্রাসে অর্থাৎ $-t$°C উষ্ণতায় ঐ গ্যাসের আয়তন

$$V_t = V_0 + V_0 \times \frac{-t}{273}$$

$$\Rightarrow V_t = V_0 - \frac{V_0 t}{273}$$

$$\Rightarrow V_t = V_0\left(1 - \frac{t}{273}\right)$$

এখানে, তাপমাত্রা বৃদ্ধি হলে $+t$°C হ্রাস পেলে $-t$°C.

$\frac{1}{273}$ কে β_p ধরলে,

$$V_t = V_0(1 \pm \beta_p t)$$

এখানে β_p বা γ_p হচ্ছে স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগ।

title: পরম শূন্য তাপমাত্রা ও চার্লস এর অনুসিদ্ধান্ত

■ পরম শূন্য বা চরম শূন্য বা পরম তাপমাত্রা: যে তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন শূন্য হয়, যার নিচে কোনো তাপমাত্রা থাকা সম্ভব নয়, সেই সর্বনিম্ন কল্পনা যোগ্য তাপমাত্রাকে পরম শূন্য বা চরম শূন্য বা ~~পরম~~ তাপমাত্রা বলে।

Or, কোনো গ্যাসকে −273°C তাপমাত্রা পর্যন্ত শীতল করা সম্ভব হলে গ্যাসটির আয়তন ও চাপের মান তাত্ত্বিক ভাবে শূন্য হয়ে যায়। এবং গ্যাসের অণুগুলির গতিশক্তির মান শূন্য হয়, তবে ঐ বিশেষ তাপমাত্রাকে পরম শূন্য বা চরম শূন্য বা পরম তাপমাত্রা বলে।

এর মান ℃ স্কেলে −273℃ এবং K স্কেলে 0K হয়।

Title: চার্লস এর সূত্র হতে পরম শূন্য তাপমাত্রার ধারণা

চার্লস এর সূত্রানুযায়ী আমরা জানি স্থির চাপে 1℃ তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন 0℃ উষ্ণতায় ঐ গ্যাসের যা আয়তন হয় তার $\frac{1}{273}$ বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।

ধরি, স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের 0℃ তাপমাত্রায় আয়তন V_0 এবং t℃ তাপমাত্রায় আয়তন V_t হলে চার্লস সূত্রানুযায়ী,

$$V = V_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right)$$

$$\Rightarrow 1 + \frac{t}{273} = \frac{V}{V_0}$$

$$\Rightarrow \frac{t}{273} = -1$$

$$\boxed{\Rightarrow t = -273°C}$$

পরম শূন্য তাপমাত্রার মান −273℃।

পরম তাপমাত্রা স্কেল / তাপমাত্রার পরম স্কেল : পরম শূন্য তাপমাত্রাকে '০' ধরে তাপমাত্রার যে স্কেল চালনা করা হয়, যার ডিগ্রি ও স্কেলের ডিগ্রির সমান তাকে পরমতাপমাত্রা স্কেল বলে।

লর্ড কেলভিনের নাম অনুসারে এই স্কেলকে কেলভিন স্কেল বলে। সাধারণত পরম তাপমাত্রা বা কেলভিন তাপমাত্রাকে T দ্বারা প্রকাশ করা হয়, সেলসিয়াস স্কেলের তাপমাত্রা θ হলে,

$$T = \theta + 273$$

$$\frac{C}{5} = \frac{K-273}{5}$$

$$\Rightarrow K = C + 273$$

title: গ্যাসের আয়তন বা চার্লস এর সূত্রের সাথে পরম তাপমাত্রা স্কেলের সম্পর্ক ও চার্লসের অনুসিদ্ধান্ত

মনে করি,

স্থির চাপে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের 0°C তাপমাত্রায় আয়তন V_0 এবং θ_1, এবং θ_2 সেলসিয়াস তাপমাত্রায় আয়তন যথাক্রমে V_1 ও V_2 হলে,

চার্লসের সূত্রানুসারে পাই,

$$V_1 = V_0\left(1 + \frac{t_1}{273}\right)$$

$$\Rightarrow V_1 = V_0\left(\frac{273 + t_1}{273}\right)$$

$$\Rightarrow V_1 = V_0 \frac{T_1}{273}$$

$$\Rightarrow V_1 = \frac{V_0}{273} T_1 \quad \text{--- (i)}$$

এখানে, t_1 হচ্ছে সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা। T_1 = কেলভিন বা পরম তাপমাত্রা স্কেলে পাই

অনুরূপ ভাবে,

$$V_2 = \frac{V_0}{273} T_2 \quad \text{--- (ii)}$$

(i) ÷ (ii) করে পাই

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{V_0 T_1}{273} \times \frac{273}{V_0 T_2}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}}$$

এখন, স্থির চাপে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের পরম তাপমাত্রা T কেলভিন এবং আয়তন V হলে,

(i) ও (ii) সমীকরণ হতে পাই,

$$V = \frac{V_0}{273} T$$

$$\Rightarrow V = \text{ধ্রুবক } T$$

$$\therefore \boxed{V \propto T}$$

অর্থাৎ, স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন কেলভিন তাপমাত্রার / পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক। ইহাই চার্লস এর সূত্রের অনুসিদ্ধান্ত।

Title: রেনোর সুত্র বা চাপীয় সুত্র

স্থির আয়তনে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ 0°C থেকে প্রতি °C তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য এর 0°C তাপমাত্রার চাপের $\frac{1}{273}$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।

এখানে, নির্দিষ্ট ভগ্নাংশ $\frac{1}{273}$ হচ্ছে স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপ প্রসারণ সহগ। এটি নির্দেশ করে স্থির আয়তনে 0°C তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা প্রতি °C বৃদ্ধি করলে ঐ গ্যাসের প্রতি একক চাপের কতটুকু বৃদ্ধি ঘটে। একে γ_v বা β_v দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

Title: চার্লস সূত্রের রাশিমালা

মনে করি, স্থির আয়তনে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ 0°C চাপ P_0 হলে 0°C থেকে প্রতি °C তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য ঐ চাপ $\frac{1}{273} \times P_0$ হারে পরিবর্তিত হচ্ছে। θ°C তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য চাপের পরিবর্তন হবে $\frac{\theta}{273} \times P_0$। θ°C তাপমাত্রায় ঐ গ্যাসের চাপ যদি P হয়, তবে চার্লস সূত্রানুসারে,

$$P = P_0 + \frac{\theta}{273} \times P_0$$

$$\Rightarrow \boxed{P = P_0 \left(1 + \frac{\theta}{273}\right)}$$

Title: গ্যাসের চাপের সূত্র রেনোর সূত্রের সাথে পরম তাপমাত্রা স্কেলের সম্পর্ক বা রেনোর অনুসিদ্ধান্ত

মনে করি,

স্থির আয়তনে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের $0°C$ তাপমাত্রায় চাপ P_0 এবং $t_1°C$, $t_2°C$ তাপমাত্রায় চাপ যথাক্রমে P_1, P_2 হলে,

রেনোর সূত্রানুসারে পাই,

$$P_1 = P_0\left(1 + \frac{t_1}{273}\right)$$

$$\Rightarrow P_1 = P_0\left(\frac{273 + t_1}{273}\right)$$

$$\Rightarrow P_1 = P_0 \frac{T_1}{273}$$

$$\Rightarrow P_1 = \frac{P_0}{273} T_1 \quad \text{---(i)}$$

এখানে, t_1 হচ্ছে সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা, T_1 হচ্ছে কেলভিন বা পরম তাপমাত্রা স্কেলে পাই

অনুরূপ ভাবে,

$$P_2 = \frac{P_0}{273} T_2 \quad \text{---(ii)}$$

(i) ÷ (ii) করে পাই-,

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{P_0 T_1}{273} \times \frac{273}{P_0 T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

এখন, স্থির আয়তনে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের পরম তাপমাত্রা T কেলভিন এবং চাপ P হলে, (i) ও (ii) পর্যবেক্ষণ করে পাই,

$$P = \frac{P_0}{273} T$$

$$\Rightarrow P = \text{ধ্রুবক } T$$

$$\therefore \boxed{P \propto T}$$

অর্থাৎ স্থির আয়তনে নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ কেলভিন এ পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক।

ইহাই কেলো বা চার্লস এর সূত্রের অনুসিদ্ধান্ত

Q: গ্যাসীয় পদার্থের প্রসারণ সহগ তথা স্থির চাপে আয়তন প্রসারণ সহগ বা স্থির আয়তনে চাপ প্রসারণ সহগ নির্ণয়ের ক্ষেত্রে প্রাথমিক আয়তন বা চাপ 0°C বা 273 কেলভিন নিতে হয় কেন ব্যাখ্যা কর?

কঠিন, তরল বা গ্যাসীয় সকল পদার্থের ক্ষেত্রে প্রসারণ সহগ নির্ণয়ের সময় 0°C বা 273 কেলভিন তাপমাত্রার আদি আয়তন নিতে হয়, কঠিন বা কিছু তরল পদার্থের ক্ষেত্রে 273 K বা 0°C তাপমাত্রায় আদি আয়তন না নিয়ে যেকোনো নিম্ন তাপমাত্রায় এর আদি আয়তন নেওয়া যায়, কিন্তু গ্যাসের ক্ষেত্রে তা হয় না, কেননা তাপমাত্রার অল্প পরিবর্তনের জন্য কঠিন ও তরল পদার্থের অল্প প্রসারণের তুলনায় গ্যাসীয় প্রসারণ অনেক বেশী হয় অর্থাৎ গ্যাসীয় পদার্থের প্রসারণ সহগ ($\frac{1}{273}K^{-1}$) কঠিন বা তরলের মত ক্ষুদ্র রাশি নয়,

ব্যাখ্যা: θ_1 ও θ_2 কেলভিন তাপমাত্রায় কোনো তরল বা কঠিন পদার্থের আয়তন V_1 ও V_2 হলে,

আমরা জানি,

$$V_2 = V_1\{1 + \gamma (\theta_2 - \theta_1)\}$$

এখানে,
γ হচ্ছে কঠিন পদার্থের আয়তন প্রসারণ সহগ

কিন্তু, গ্যাসীয় পদার্থের ক্ষেত্রে আমরা এরূপ সরাসরি লিখতে পারি না, গ্যাসের ক্ষেত্রে আমাদের লিখতে হবে যে

$$V_1 = V_0\{1 + \gamma_p (\theta_1 - 273)\}$$

$$V_2 = V_0\{1 + \gamma_p (\theta_2 - 273)\}$$

এখানে γ_p = গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন প্রসারণ সহগ $= \frac{1}{273} K^{-1}$

অর্থাৎ, গ্যাসীয় পদার্থের ক্ষেত্রে প্রাথমিক আয়তন ও চাপ 273 K তাপমাত্রায় নিতে হবে,

উদাহরণ স্বরূপ: ধরে নিই,

কোনো নির্দিষ্ট গ্যাসের আয়তন 0°C বা 273 K তাপমাত্রায় 273 m^3। তাহলে 373K এবং 383 K তাপমাত্রায় ওই গ্যাসের আয়তন নিয়ম অনুযায়ী হিসাব করলে দাঁড়ায়

$$V_{373} = V_0\left\{\left(1 + \frac{1}{273}\right)(373 - 273)\right\}$$

$$V_{383} = V_0\left\{1 + \frac{1}{273}(383 - 273)\right\}$$

বা, $V_{373} = V_0\left(\frac{273+100}{273}\right)$

$= V_0 \frac{373}{273}$

$= 273 \frac{373}{273}$

$= 373\ m^3$

আবার,

$V_{383} = V_0\left\{1+\frac{1}{273}(383-273)\right\}$

$= 273\left(\frac{273+110}{273}\right)$

$= 273 \frac{383}{273}$

$= 383 m^3$

এখন, 373 k তাপমাত্রায় আয়তন V_{373} k প্রাথমিক আয়তন ধরে V_{383} নির্ণয় করলে পাই

$V_{383} = V_0\left\{1+\frac{1}{273}(383-373)\right\}$

$= 373\left(1+\frac{10}{273}\right)$

$= 373 \frac{283}{273}$

$= 386.67\ m^3$

উপরের হিসাব থেকে দেখা যাচ্ছে প্রাথমিক আয়তন 273 m^3 হলে 383 K তাপমাত্রায় গ্যাসটির আয়তন হয় 383 m^3 কিন্তু প্রাথমিক আয়তন 373 m^3 হলে তা দাঁড়ায় 386.67 m^3,

অর্থাৎ দুই রকমের ফল পাওয়া যায়, কিন্তু প্রকৃত পক্ষে পরীক্ষা করে দেখা যায় 383 K তাপমাত্রায় গ্যাসটির আয়তন হবে 383 m^3,

সুতরাং প্রাথমিক আয়তন 273 m^3 না হয়ে 373 ধরা হলে 383 এর নির্ণেয় মান 386.67 m^3 যা ত্রুটিপূর্ণ,

এ থেকে বোঝা যায় যে, গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন প্রসারণ তথা আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্ক নির্ণয়ের জন্য আদি আয়তন সর্বদা 0°C অর্থাৎ 273 K তাপমাত্রায় নিতে হবে,

একইভাবে, চাপ প্রয়োগে গ্যাসের চাপ প্রসারণ তথা চাপ প্রসারণ নির্ণয়ের ক্ষেত্রেও আদি চাপ 273 K তাপমাত্রায় নিতে হবে,

Title: অ্যাভোগেড্রোর সূত্র

১৮১১ সালে ইতালীয় ও পদার্থবিদ অ্যামেডিও অ্যাভোগেড্রো স্থির তাপমাত্রা ও চাপে গ্যাসের আয়তন ও অণু সংখ্যা বিষয়ক একটি সূত্রের প্রস্তাব করেন। তার নাম অনুসারে সূত্রটিকে অ্যাভোগেড্রোর সূত্র/ প্রকল্প নামে নামকরণ করা হয়। সূত্রটি নিম্নরূপ,

সূত্র: "স্থির তাপমাত্রা ও চাপে একই আয়তনের মৌলিক ও যৌগিক সকল গ্যাসেই সমান সংখ্যক অণু থাকে"।

অর্থাৎ, বিজ্ঞানী অ্যাভোগেড্রো বলেছিলেন যে, তাপমাত্রা ও চাপ যদি পরিবর্তিত না হয়, তবে যেকোনো সকল গ্যাসের একই আয়তনে সমান সংখ্যক অণু/ পরমাণু/ আয়ন/ কণা থাকে,

আবার,

যেহেতু অণুর সংখ্যা মোল সংখ্যার সমানুপাতিক, তাই গ্যাসের আয়তন তার মোল সংখ্যার সমানুপাতিক,

Title: অ্যাভোগ্যাড্রোর সূত্রের রাশিমালা

মনে করি,
স্থির তাপমাত্রা ও চাপে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন V এবং মোল সংখ্যা n হলে, অ্যাভোগ্যাড্রোর সূত্র অনুসারে,

$$V \propto n$$

$$\Rightarrow V = kn$$

$$\Rightarrow \frac{V}{n} = k$$

স্থির তাপমাত্রা ও চাপে নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের V_1 আয়তনের মোল সংখ্যা n_1 এবং V_2 আয়তনের মোল সংখ্যা n_2 হয়, তাহলে অ্যাভোগ্যাড্রোর সূত্র অনুসারে পাই,

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}}$$

অর্থাৎ, আয়তনের অনুপাত মোল সংখ্যার অনুপাতের সমান।

Title: আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ

মনে করি,

T কেলভিন তাপমাত্রায় ও P চাপে n মোল গ্যাসের পরিমাণ আয়তন V হলে, তাহলে,

বয়েলের সূত্র অনুসারে,

$$V \propto \frac{1}{P} \quad \text{—(i)} \quad [\text{যখন } T, n \text{ ধ্রুবক}]$$

চার্লস এর সূত্র অনুযায়ী,

$$V \propto T \quad \text{—(ii)} \quad [\text{যখন } P, n \text{ ধ্রুবক}]$$

অ্যাভোগেড্রোর সূত্রানুসারে

$$V \propto n \quad \text{—(iii)} \quad [\text{যখন } T, P \text{ ধ্রুবক}]$$

যখন, T, P, n পরিবর্তনশীল তখন (i), (ii) ও (iii) নং হতে পাই

$$V \propto \frac{Tn}{P}$$

$$\Rightarrow V = K\frac{Tn}{P} \quad [K \text{ একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক}]$$

$$\Rightarrow PV = KTn \quad \text{—(iv)}$$

CamScanner

পরীক্ষা লব্ধ ফল থেকে জানা যায় যে, এক মোল পরিমাণ যেকোনো গ্যাসের ক্ষেত্রে এই ধ্রুবক k এর মান সমান হয়। তাই এক মোল পরিমাণ গ্যাসের ক্ষেত্রে সমানুপাতিক ধ্রুবক k কে R দ্বারা প্রতিস্থাপিত করা হয়। এর মান গ্যাসের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে না।

∴ (iv) সমীকরণে k এর পরিবর্তে R বসিয়ে পাই,

$$PV = kTn$$

$$\Rightarrow PV = nRT$$

$[\because k = R]$ এখানে R হচ্ছে সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক বা মোলার গ্যাস ধ্রুবক।

তাই উপরোক্ত সমীকরণটিকে n মোল আদর্শ গ্যাসের অবস্থা সমীকরণ বলা হয়।

Title: সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক বা মোলার গ্যাস ধ্রুবক

আমরা জানি,

আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ $PV = nRT$

1 mole গ্যাসের জন্য, $PV = 1RT$ $[n = 1]$

$$\Rightarrow PV = RT$$

$$\Rightarrow R = \frac{PV}{T}$$

$$\Rightarrow R = \frac{PV}{T} = \text{ধ্রুবক}$$

∴ 1 mole গ্যাসের ক্ষেত্রে যেকোনো অবস্থায় থাকা নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ ও আয়তনের গুণফলের সাথে পরম তাপমাত্রার অনুপাত সর্বদাই ধ্রুবক থাকে।

1 gm অণু পরিমাণ গ্যাসের ক্ষেত্রে ধ্রুবকটিকে R দ্বারা প্রকাশ করা হয়। একেই মোলার গ্যাস ধ্রুবক বা সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক বলা হয়।

অর্থাৎ, 1 mole গ্যাসের ক্ষেত্রে যেকোনো অবস্থায় থাকা 1 gm ভরের গ্যাসের চাপ ও আয়তনের গুণফলের পরম তাপমাত্রার অনুপাতকে মোলার গ্যাস ধ্রুবক বলে। একে R দ্বারা প্রকাশ করা হয়। m.k.s পদ্ধতিতে ইহার একক $J\,mole^{-1}K^{-1}$. S.I পদ্ধতিতে ইহার মান $R = 8.314\,J\,mole^{-1}K^{-1}$

C.G.S পদ্ধতিতে উহার মান $R = 0.082$ Litter atm k^{-1}/ mole^{-1}

Q: মোলার গ্যাসকে সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক বলার কারণ ব্যাখ্যা কর?

* মোলার গ্যাস ধ্রুবক এর মান গ্যাসের প্রকৃতি, ভর এবং অবস্থা নির্দেশকারী শর্তের (চাপ, উষ্ণতা, আয়তন) উপর নির্ভর করে না। মোলার গ্যাস ধ্রুবকের মান যেকোনো অবস্থায় সকল গ্যাসের ক্ষেত্রে অভিন্ন হয়ে থাকে। এ জন্য মোলার গ্যাসকে সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক বলে।

Q: সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক এর ভৌত তাৎপর্য ব্যাখ্যা কর?

1 mole আদর্শ গ্যাসের উষ্ণতা 1K বৃদ্ধির জন্য স্থির চাপে প্রসারিত হওয়ার সময় গ্যাসটি দ্বারা যে কাজ সম্পাদিত হয় তা মোলার গ্যাস ধ্রুবকের যেকোনো মানের সমান হয়ে থাকে।

Title: আদর্শ গ্যাস গুলির সীমাবদ্ধতা

যে গ্যাস বয়েল ও চার্লস এবং সূত্র নিখুঁত ভাবে মেনে চলে তাকে আদর্শ গ্যাস বলে। প্রকৃত পক্ষে কোনো গ্যাসই আদর্শ গ্যাস নয়। সব গ্যাসই বাস্তব গ্যাস। বাস্তব গ্যাসগুলির আচরণ সবক্ষেত্রে আদর্শ গ্যাসের মতো হয় না। সাধারণ উষ্ণতা ও চাপে বাস্তব গ্যাস গুলি মোটামুটি বয়েলের সূত্র মানে। কিন্তু নিম্ন উষ্ণতায় ও উচ্চ চাপে বাস্তব গ্যাস গুলি বয়েলের, চার্লস এর সূত্র ইত্যাদি আদর্শ গ্যাস সূত্র গুলি মেনে চলে না। 1 মোল আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে সমীকরণটি হলো $PV = nRT$। বাস্তব গ্যাস সাধারণত দুটি কারণে এ সমীকরণ মেনে চলে না।

◻ গতিতত্ত্বের মূল স্বীকার্য গুলোর মধ্যে বলা হয়েছে, গ্যাসের অণু গুলো বিন্দুবৎ এবং অণুগুলোর মোট আয়তন গ্যাস দ্বারা অধিকৃত আয়তনের তুলনায়

উপেক্ষনীয়। কিন্তু বাস্তবে যত ক্ষুদ্রই হোক না কেন প্রত্যেকটি অণুরই নির্দিষ্ট আয়তন আছে, অধিক চাপে এবং কম উষ্ণতায় গ্যাসের আয়তন যখন কম থাকে তখন অণু গুলোর মোট আয়তনকে আর উপেক্ষা করা চলে না, ফলে গ্যাসের অণু গুলোর সরণের জন্য কার্যকর আয়তন ওর মোট আয়তন V অপেক্ষা কিছু কম হয়। এক মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে এই আয়তনের হ্রাস করলে b রাশি দ্বারা সূচিত করলে সমীকরণটি হবে $P(V-nb) = nRT$।

□ গতিতত্ত্বের স্বীকার্য একটি স্বীকার্য করা হয়েছে যে, অণু গুলো পারস্পরিক উপর আকর্ষণ বল প্রয়োগ করে না। কিন্তু বাস্তব গ্যাসের ক্ষেত্রে অণু গুলো পারস্পরিক উপর আকর্ষণ বল প্রয়োগ করে। পাত্রের দেয়াল থেকে দূরে অবস্থিত গ্যাসের অভ্যন্তরে যেকোনো অণুর উপর চারদিক থেকে সমান আকর্ষণ বল প্রযুক্ত হয়। কিন্তু পাত্রের মোটামোটি মাঝখানে থাকা অণু গুলোর উপর সব আকর্ষণ বলের লব্ধি

শূন্য হয়, কিন্তু যখন একটি অণু কাচের দেওয়ালের কাছে আসে তখন ঐ অণুটিকে কাচের ভিতরের সব অণু গুলো ভিতরের দিকে, অর্থাৎ (গতির বিপরীত দিকে) আকর্ষণ করে। ফলে অণুটির গতি কমে যায় ও অণুটি অপেক্ষাকৃত কম জোরে দেওয়ালে ধাক্কা মারে।

সুতরাং আন্তআণবিক আকর্ষণ বল না থাকলে দেওয়ালের উপর যে চাপ সৃষ্টি হয়, তা আন্তআণবিক বল থাকলে অপেক্ষা কিছুটা হ্রাস পায়।

Title: ব্রাউনিয় গতি

উদ্ভিদ ইংলিশ বিজ্ঞানী রবার্ট ব্রাউন পানিতে পরাগরেণু মিশিয়ে দিয়ে শক্তিশালী অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে রেণু গুলোর গতি লক্ষ্য করেন। তিনি দেখেন যে, পরাগরেণু গুলো এলোমেলো ভাবে চারদিকে নিরবচ্ছিন্ন ভাবে ছোটাছুটি করছে। পরবর্তীতে দেখা যায় যেকোনো তরল বা বায়বীয় পদার্থের মধ্যে পরাগরেণুর মতো সূক্ষ্ম কণা ভাসিয়ে দিলে কণাগুলিতে একই রকম অনিয়মিত গতি সৃষ্টি হয়, কণাগুলি নিরন্তর কখনো নিচের দিকে, কখনো উপরে, কখনো ডানে বা বামে যাতায়াত করছে, তারপর কখনো ঘোরপাক খাচ্ছে। তরল বা গ্যাসের মধ্যে ভাসমান সূক্ষ্ম কণার নিরবচ্ছিন্ন অবিরাম অনিয়মিত গতিকে ব্রাউনীয় গতি বলে।

Title: ব্রাউনীয় গতির বৈশিষ্ট্য সমূহ

i. এই গতি স্বতঃস্ফূর্ত, বিক্ষিপ্ত, নিরবচ্ছিন্ন এবং এলোমেলো। দুটি কণার গতি কখনো একই রকম হয় না। এমনকি খুব কাছাকাছি দুটি কণার গতিও একই রকম হয় না।

ii. পাত্রের নড়াচড়ার উপর ব্রাউনীয় গতি নির্ভর করে না।

iii. উষ্ণতা বৃদ্ধিতে কণা গুলোর গতি বেগ বৃদ্ধি পায়।

iv. কণা গুলো যত ক্ষুদ্র হয় এদের বেগ তত বেশী হয়।

v. মাধ্যমের সান্দ্রতা যত কম হয় কণা গুলোর বেগ তত বেশী হয়।

vi. ভাসমান কণা গুলির রাসায়নিক প্রকৃতির উপর এই গতি নির্ভর করে না।

Title: ব্রাউনিয় গতির কারণ ও ব্যাখ্যা

ব্রাউনীয় গতি আবিষ্কারের পর প্রথম দিকে বিজ্ঞানীরা মনে করে ছিলেন যে এই গতির কারণ হলো রাসায়নিক প্রতিক্রিয়া, অনিয়ন্ত্রিত তাপমাত্রার পরিবর্তন, কম্পন প্রভৃতি ইত্যাদি। কিন্তু পরে ক্রমে পরীক্ষা থেকে প্রমাণিত হয় যে, এসব ব্যাখ্যা সঠিক নয়। গতি ও তাপের সাহায্যে ব্রাউনীয় গতির সঠিক ব্যাখ্যা দেওয়া সম্ভব।

আমরা দেখি,

জল বা গ্যাসের অণু গুলো সর্বদা এলোমেলো ভাবে ছুটছে, ফলে কোনো কণাগুলোর (ধূলিকণার) সঙ্গে এদের অনবরত সংঘর্ষ ঘটছে। কোনো কণা গুলো সব সময় চারদিক থেকে জল কিংবা গ্যাসের অণু গুলো ধাক্কা দেয়। এই কোনো কণাটি আকারে বড় হলে অণু গুলির আঘাত কণাটিকে সব দিক থেকে সমান ভাবে পড়ে। ফলে কণাটির উপর লব্ধি বল শূন্য হয় বলে কণাটি স্থির থাকে। এই কারণে পানিতে ভাসমান কাঠের টুকরা বা অন্য কোনো ভাসমান বস্তুর ক্ষেত্রে ব্রাউনিয়ান গতি দেখা যায় না। কিন্তু কোনো কণাটি আকারে খুব ক্ষুদ্র হলে এর উপর অণু গুলোর আঘাত চারদিক থেকে সমান ভাবে পড়ে না। এর ফলে লব্ধি বল শূন্য হয় না এবং কণাটি লব্ধি বলের অভিমুখে গতিশীল হয়।

আবার এই সংঘর্ষ গুলো বিশৃঙ্খল এলোমেলো বলে লব্ধি বলের মান সর্বত্র এবং সব সময় সমান নয় কিংবা লব্ধি অভিমুখ সব সময় একই দিকে হয় না,

তাই কণাটি অনিয়মিত ভাবে এদিক ওদিক দুটো দুটি করে। কণা গুলো যত আকারে যত ছোট হয় ব্রাউনীয় গতি বলে মনে তত বৃদ্ধি পেয়ে কণার গতিকে তীব্রতর করে, তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে অণু গুলোর গতি বাড়ে। ফলে কণাগুলোর উপর ব্রাউনীয় বল বৃদ্ধি পায় এবং কণাগুলোর গতিও বেড়ে যায়।

(খ) নিম্ন চাপে বাস্তব গ্যাস আদর্শ গ্যাসের মতো আচরণ করে কেন ব্যাখ্যা কর?

* বাস্তব গ্যাস প্রধানত দুটি কারণে আদর্শ গ্যাসের মতো আচরণ করে না। প্রথমত বলা হয়, আদর্শ গ্যাসের অণুগুলো বিন্দু বা অর্থাৎ অণুগুলির আয়তন শূন্য, কিন্তু বাস্তব গ্যাসের অণু গুলো যতই ক্ষুদ্র হোক না কেন এদের আয়তন আছে। দ্বিতীয়ত বলা হয়, আদর্শ গ্যাস অণুগুলোর আন্তঃআণবিক বল শূন্য। কিন্তু বাস্তব গ্যাসের আন্তঃআণবিক বল শূন্য নয়। এখন কোনো আবদ্ধ পাত্রে কোনো বাস্তব গ্যাসকে নিম্ন চাপে রাখার ফলে হলো,

Title: পরম তাপমাত্রার সাপেক্ষে স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগের সম্পর্ক

স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগ β_p হলে,

আমরা জানি,

$$\beta_p = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta T}$$

$$\Rightarrow \beta_p = \frac{V_2 - V_1}{V_1 (T_2 - T_1)}$$

$$\Rightarrow \beta_p (T_2 - T_1) = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \quad \text{——— (i)}$$

তাপ দেওয়ার পূর্বে আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ হতে পাই,

$$PV_1 = nRT_1 \quad \text{——— (ii)}$$

তাপ দেওয়ার পর আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ হতে পাই,

$$PV_2 = nRT_2 \quad \text{——— (iii)}$$

(iii) − (ii) করে পাই,

$$PV_2 - PV_1 = nRT_2 - nRT_1$$

$$\Rightarrow P(V_2 - V_1) = nR(T_2 - T_1) \quad \text{——— (iv)}$$

(iv) ÷ (ii) করে পাই,

$$\frac{P(V_2 - V_1)}{PV_1} = \frac{nR(T_2 - T_1)}{nRT_1}$$

$$\Rightarrow \frac{V_2 - V_1}{V_1} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \quad \text{——— (v)}$$

(i) ও (v) হতে পাই

$$\beta_P (T_2 - T_1) = \frac{T_2 - T_1}{T_1}$$

$$\therefore \boxed{\beta_P = \frac{1}{T_1}}$$

ইহাই পরম তাপমাত্রার সাপেক্ষে স্থির চাপে আয়তন প্রসারণ সহগের সমীকরণ।

তাপের সঞ্চালন

তাপ সঞ্চালন: উষ্ণ তাপমাত্রা বিশিষ্ট স্থান থেকে নিম্ন তাপমাত্রা বিশিষ্ট স্থানের দিকে তাপের প্রবাহকে তাপ সঞ্চালন বলে।

তাপমাত্রা পার্থক্যজনিত কারণে তিনটি পদ্ধতিতে উষ্ণ তাপমাত্রার বস্তু থেকে নিম্ন তাপমাত্রার বস্তুতে তাপ সঞ্চালিত হয়। যথা—

1. পরিবহণ পদ্ধতি
2. পরিচলন পদ্ধতি
3. বিকিরণ পদ্ধতি

পরিবহণ পদ্ধতি: যে পদ্ধতিতে পদার্থের অণুগুলো তাদের নিজস্ব স্থান পরিবর্তন না করে শুধু স্পন্দনের মাধ্যমে এক অণু তার পার্শ্ববর্তী অণুকে তাপ প্রদান করে পদার্থের উষ্ণতর অংশ থেকে শীতলতর অংশে তাপ সঞ্চালিত করে সেই পদ্ধতিকে পরিবহন বলে।

তাপ পরিবাহী পদার্থের প্রকারভেদ

তাপ পরিবাহী পদার্থ দুই প্রকার। যথা—

1. তাপ সুপরিবাহী (Good conductor)
2. তাপ কুপরিবাহী (Bad conductor)

তাপ সুপরিবাহী (Good conductor): যে সব পদার্থ খুব সহজে তাপ পরিবহন করতে পারে তাদের তাপ সুপরিবাহী (Good conductor) বলা হয়। লোহা, তামা, অ্যালুমিনিয়াম, সোনা সহ প্রায় সব ধাতু তাপের সুপরিবাহী।

তাপ কুপরিবাহী (Bad conductor): যে সব পদার্থ তাপ ভালো পরিবহন করতে পারে না তাদের তাপ কুপরিবাহী (Bad conductor) বলা হয়। কাঠ, কাচ, পশম কাপড় প্রভৃতি তাপের কুপরিবাহী।

প্রাত্যহিক জীবনে তাপ পরিবহনের ব্যবহারিক উদাহরণ

১) কোন কাচের পাত্রের একটি অংশকে খুব উত্তপ্ত করলে সেই অংশটি প্রসারিত হতে চায়। কিন্তু কাচ তাপের কুপরিবাহী হবার কারণে তার পাশের অংশে তাপ প্রবাহিত হতে সময় লাগে। ফলে পাশের শীতল অংশ এই প্রসারণে বাঁধা দেয় এবং এর ফলে কাচ ফেটে যেতে পারে। এই একই কারণে উত্তপ্ত কাচের বাল্ব বা হ্যারিকেনের চিমনীতে ঠাণ্ডা পানির ছিটা লাগলে কাচ ফেটে যায়।

২) আমরা শীতকালে পশমের পোশাক ব্যবহার করি। পশমের পোশাক পড়লে গরম লাগে তার কারণ হল পশমের আঁশগুলি আলগাভাবে থাকে। এদের মধ্যে যে ছিদ্র বা ফাঁকা স্থান থাকে সেখানে বাতাস আটকে থাকে। বায়ু তাপের কুপরিবাহী, ফলে আমাদের দেহের তাপ আবদ্ধ বায়ুর স্তর ভেদ করে বাইরে যেতে পারে না, তাই গরম বোধ হয়।

৩) একটি মোটা জামার পরিবর্তে দুটি পাতলা জামা একসাথে পরলে বেশি গরম বোধ হয়। কারণ দুটি জামা পরলে জামা দুটির মধ্যে কিছু বাতাস আবদ্ধ হয়ে থাকে, যা দেহের তাপ ধরে রাখতে সাহায্য করে।

৪) গ্রামাঞ্চলে খড়ের ছাউনি যুক্ত গৃহ দেখা যায়, যার ভিতরের অংশ শীতকালে গরম ও গ্রীষ্মকালে অপেক্ষাকৃত ঠাণ্ডা থাকে। এর কারণ হল খড়ের মধ্যের ছিদ্রে বাতাস আবদ্ধ থাকে যা তাপ কুপরিবাহী। ফলে এই ঘরগুলি গরমকালে ঠাণ্ডা ও শীতকালে গরম হয়। একই কারণে কাঠের তৈরি ঘরের অভ্যন্তর শীতকালে গরম হয়, কারণ কাঠ তাপের কুপরিবাহী।

৫) বরফ তাপের কুপরিবাহী। এই কারণে বরফ দিয়ে তৈরি ইগলুর ভিতরের তাপমাত্রা বেশি থাকে ও গরম বোধ হয়।

Title: তাপ পরিবাহকত্ব

কোনো পদার্থের একক দূরত্ব এবং একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো খণ্ডের দুই বিপরীত সমান্তরাল পৃষ্ঠের তাপমাত্রা ব্যবধান 1K হলে প্রতি সেকেন্ডে তপ্ত উচ্চ পৃষ্ঠ থেকে শীতল পৃষ্ঠে লম্ব ভাবে যে পরিমাণ তাপ পরিবহন পদ্ধতিতে সঞ্চালিত হয় তাকে ওই পদার্থের তাপ পরিবাহকত্ব বলে।

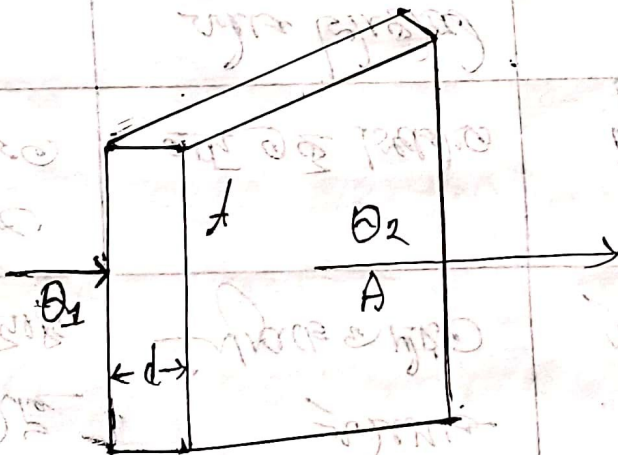
ইহাকে k দ্বারা প্রকাশ করা হয়। m.k.s পদ্ধতিতে ইহার একক $Wm^{-1}K^{-1}$

Title: তাপ পরিবাহকত্ব রাশিমালা

θ_1 A θ_2 A   Q   d

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$$

মনে করি,
যে পরিমাণ তাপ পরিবহন পদ্ধতিতে সঞ্চালিত হয় তার মান Q।

পরিবাহকের দুই পৃষ্ঠের তাপমাত্রার পার্থক্য $\Delta\theta$,

পরিবাহকের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল A এবং পরিবাহকের দুই পৃষ্ঠের দুরত্ব বা বেধ d হলে,

তাপ পরিবাহকত্ব, $K = \frac{Qd}{A \Delta\theta t}$

Q: লোহার তাপ পরিবাহকত্ব $80 \, Wm^{-1}K^{-1}$ বলতে কী বোঝ?

* লোহার তাপ পরিবাহকত্ব $80 \, Wm^{-1}K^{-1}$ বলতে বোঝায়, 1m পুরুত্ব এবং $1m^2$ প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট ক্ষেত্রফলের লোহার কোনো খন্ডের দুই পৃষ্ঠের তাপমাত্রার পার্থক্য 1 K হলে, এর উষ্ণ পৃষ্ঠ থেকে শীতল পৃষ্ঠে লম্বভাবে প্রতি সেকেন্ডে 80 J তাপশক্তি পরিবহন পদ্ধতিতে সঞ্চালিত হবে।

তাপ পরিবাহিতা: যে ধর্মের জন্য পদার্থের একস্থান থেকে তাপ অন্য স্থানে পরিবাহিত হয়, সেই ধর্মকে পদার্থের তাপ পরিবাহিতা বলে।

জলসম: কোনো পদার্থের তাপমাত্রা 1°C বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপ লাগে সেই পরিমাণ তাপ দিয়ে যতটা ভরের পানির তাপমাত্রা 1°C বৃদ্ধি করা সম্ভব সেই পরিমাণ পানিকেই উক্ত পদার্থের জলসম বলা হয়।

তাপীয় রোধ: যে ধর্মের কারণে কোনো পরিবাহী তার মধ্য দিয়ে তাপের পরিবহনকে বাঁধা প্রদান করে তাকে তাপীয় রোধ বলে। ইহাকে R_H দ্বারা প্রকাশ করা হয়। M.K.S পদ্ধতিতে ইহার একক $J^{-1}Ks$

d বেধ বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর তাপ পরিবাহকত্ব k এবং পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল A হলে, তাপীয় রোধের পরিমাণ—

$$R_H = \frac{d}{kA} = \frac{\Delta\theta\, t}{Q}$$

এখানে,
d = পরিবাহীর বেধ
k = পরিবাহীর পরিবাহতাঙ্ক বা তাপ পরিবাহকত্ব
A = পরিবাহীর পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল

পরিচলন পদ্ধতি: যে পদ্ধতিতে তাপ কোন পদার্থের অণুগুলোর চলাচলের দ্বারা উষ্ণতর অংশ থেকে শীতলতর অংশে সঞ্চালিত হয় তাকে পরিচলন বলে।

এ পদ্ধতিতে তাপ সঞ্চালনের জন্য জড় মাধ্যম আবশ্যকীয়। বিশেষত তরল ও বায়বীয় পদার্থগুলোতে এ পদ্ধতিতে তাপ সঞ্চালিত হয়। তাপ গ্রহণ করে পদার্থের উষ্ণতর অংশের অণুগুলো শীতলতর অংশের দিকে প্রবাহিত হয়, এভাবে অন্য অণুগুলো স্থান পরিবর্তনের মাধ্যমে নিজ গতির সাহায্যে তাপ সঞ্চালিত করে। প্রকৃতপক্ষে কঠিন পদার্থগুলোর আন্ত-আণবিক শক্তি প্রবল হওয়ায় এরা স্থান পরিবর্তন করতে পারে না, তাই কঠিন পদার্থের মধ্য দিয়ে তাপের পরিচলন পদ্ধতি সম্ভব নয়।

প্রশ্ন: তাপ পরিচলনের ফলে পরিচলন স্রোত সৃষ্টি হয়, ব্যাখ্যা করো।
উত্তর: কোনো পাত্রে তরল নিয়ে পাত্রের নীচের অংশে তাপ দিলে নীচের তরল উত্তপ্ত হয় এবং তার আয়তন প্রসারিত হয়। কিন্তু যেহেতু ভর অপরিবর্তিত থাকে, তাই আয়তন বৃদ্ধি পাওয়ার ফলে তরলের ঘনত্ব হ্রাস পায়। ফলে ওই উত্তপ্ত তরল হালকা হয়ে যায় ও উপরে উঠে আসে। ফলে একটি উত্তপ্ত পরিচলন স্রোতের সৃষ্টি হয়। এই সময় উপর থেকে অপেক্ষাকৃত শীতল ও ভারী তরল নীচে নেমে আসে ওই স্থান পূর্ণ করে। ফলে পরিচলন স্রোত সৃষ্টি হয়।

একইভাবে বায়ুর ক্ষেত্রেও পরিচলন স্রোত সৃষ্টি হয়। এই পরিচলন প্রক্রিয়াকে কাজে লাগিয়ে শীতকালে গরম বাতাসের সাহায্যে ঘর গরম করা হয়। প্রকৃতিতে যে বায়ুপ্রবাহ ঘটে তা এই পরিচলন প্রক্রিয়ায় ঘটে। প্রকৃতিতে বায়ুর পরিচলন স্রোতের জন্য স্থলবায়ু ও সমুদ্র বায়ু সৃষ্টি হয়, যা সমুদ্রের নিকটবর্তী অঞ্চলে দেখা যায়।

সমুদ্র বায়ু: জলের তুলনায় স্থলের আপেক্ষিক তাপ কম এবং তাপ শোষণ ক্ষমতা বেশি। তাই দিনের বেলা সূর্যের তাপে জলের তুলনায় স্থলভাগ বেশি উত্তপ্ত হয়। ফলে উত্তপ্ত স্থলসংলগ্ন বাতাস গরম হয়ে যায় এবং তা উপরে উঠে যায়। এই সৃষ্ট শূন্যস্থান পূরণ করার জন্য তখন সমুদ্রের দিক থেকে আসা বাতাস স্থলভাগের দিকে প্রবাহিত হয়, যা সমুদ্র বায়ু নামে পরিচিত।

সমুদ্র বায়ু দিনের বেলায় প্রবাহিত হয় এবং সন্ধ্যার দিকে তার প্রাবল্য সবচেয়ে বেশি হয়।

স্থলবায়ু: সমুদ্রের উপকূলবর্তী স্থলভাগ রাতে তাপ বিকিরণ করে জলভাগের চেয়ে দ্রুত ঠাণ্ডা হয়ে যায়। ফলে সমুদ্রের উপরের অপেক্ষাকৃত গরম বাতাস উপরে উঠে যায় এবং স্থলভাগ থেকে অপেক্ষাকৃত শীতল বাতাস সমুদ্রের দিকে প্রবাহিত হয়। একে স্থলবায়ু বলে।

স্থলবায়ু রাত্রিকালে প্রবাহিত হয় এবং ভোরের দিকে এর প্রাবল্য সর্বাধিক হয়।

প্রশ্ন: একটি জ্বলন্ত উনুনের আশে পাশের তুলনায় উপরের দিকে অনেক বেশি গরম লাগে কেনো? ব্যাখ্যা করো।

উত্তর: পরিচলন স্রোতের কারণে জ্বলন্ত উনুনের আশে পাশের তুলনায় উপরের দিকে অনেক বেশি গরম লাগে। উনুনের উপরের বায়ু উত্তপ্ত হয়ে উপরে উঠে যায় এবং চারপাশ থেকে শীতল বায়ু এসে সেই স্থান দখল করে। ফলে বায়ুতে পরিচলন স্রোত সৃষ্টি হয়। এই স্রোতের কারণে বায়ু দ্রুত উত্তপ্ত হয়ে উপর দিকে ওঠে, তাই উনুনের উপর দিকে হাত রাখলে গরম বোধ হয়। পরিচলন প্রক্রিয়ায় তাপ উপর দিকে সঞ্চালিত হয়। উনুনের পাশের দিকে বিশেষ তাপ সঞ্চালন পরিবহন ও বিকিরণ প্রক্রিয়ার উপর নির্ভর করে। কিন্তু বায়ু তাপের কুপরিবাহী হওয়ার কারণে পরিবহন প্রণালীতে পাশের দিকে বিশেষ চাপ সঞ্চালন ঘটে না। যা তাপ সঞ্চালিত হয় তা বিকিরণ পদ্ধতির জন্য ঘটে। আবার পরিচলন প্রক্রিয়ায় সৃষ্ট পরিচলন স্রোতের কারণে উনুনের পাশের তাপমাত্রা অনেক হ্রাস পায়। এই কারণে উনুনের উপর দিক অপেক্ষা পাশের দিকে হাত রাখলে কম উত্তাপ অনুভব হয়।

বিকিরণ পদ্ধতি: যে পদ্ধতিতে তাপ জড় মাধ্যমের সাহায্য ছাড়াই তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গের আকারে উষ্ণ বস্তু থেকে শীতল বস্তুতে সঞ্চালিত হয় তাকে বিকিরণ বলে।

এক্ষেত্রে তাপীয় বিকিরণ, যা প্রায়ই ইনফ্রারেড বিকিরণ নামে পরিচিত। অর্থাৎ বিকিরণের ক্ষেত্রে তাপ সঞ্চালনের মাধ্যম হিসেবে কাজ করে ইনফ্রারেড বা অবলোহিত রশ্মি।

উত্তপ্ত যে কোনো বস্তুই আলো বিকিরণ করে। তথা কোনো বস্তুর তাপমাত্রা শুন্য কেলভিন এর বেশি হলেই সেখান থেকে ইনফ্রারেড রশ্মি আকারে তাপ নির্গত হয়। তা সে আকাশের কোনো নক্ষত্র হোক অথবা আমাদের চারপাশের সাধারণ বস্তুই হোক। এমনকি ৯৮° ফারেনহাইট তাপমাত্রার মানবদেহ থেকেও আলোক তরঙ্গ নিঃসৃত হয়। কোনো বস্তু থেকে কি পরিমান তাপ নির্গত হবে তা নির্ভর করে বস্তুটির তাপমাত্রার উপর। বিকীর্ণ তাপের তরঙ্গদৈর্ঘ্য বস্তুর তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে। তাপমাত্রা ও তরঙ্গ দৈর্ঘ্য পরষ্পর ব্যস্তানুপাতিক।

$$\lambda_{\max} = \frac{b}{T}$$

এখানে, λ ও T হচ্ছে যথাক্রমে ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও বস্তুর তাপমাত্রা। এবং b হচ্ছে ভীনের ধ্রুবক যার মান 2.8977729×10^{-3} mK

যে বস্তু যত বেশি উষ্ণ সে বস্তু তত ক্ষুদ্র তরঙ্গ দৈর্ঘ্যে বিকিরন করে। সূর্য থেকে বিকিরিত তাপ ০.২ মাইক্রোমিটার থেকে ০.৪ মাইক্রোমিটার তরঙ্গ দৈর্ঘ্যে পৃথিবী পৃষ্টে এসে পৌঁছায়। সৌর বিকিরনে বিভিন্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট রশ্মির উপস্থিতি লক্ষ্য করা যায়। যেমন সৌর বিকিরণে ৮% অতিবেগুনি রশ্মি, ৫০% দৃশ্যমান রশ্মি এবং ৪২% ইনফ্রারেড বা লাল রশ্মি থাকে। সূর্য থেকে আগত শক্তির বেশ কিছু অংশ পৃথিবী পৃষ্টকে উত্তপ্ত না করেই মহাশূন্যে ফিরে যায়, একে অ্যালবেডো বলে। পৃথিবীর অ্যালবেডোর পরিমান ৩৫%। নিম্নস্তরের ঘন কালো মেঘ, বালি, তুষার প্রভৃতি থেকে অ্যালবেডো বেশি হয়।

প্রশ্ন: তাপ বিকিরণ ও শোষণ করার ক্ষমতা কোন কোন বিষয়ের ওপর নির্ভরশীল?
উত্তর: প্রত্যেক বস্তুর তাপ বিকিরণ ও শোষণ করার ক্ষমতা আছে। এই বিকিরণ ও শোষণ ক্ষমতা, বস্তু এবং তার পারিপার্শ্বিকের উষ্ণতা, বস্তুর উপাদান, বস্তুর পৃষ্ঠ বা surface এর প্রকৃতি প্রভৃতির ওপর নির্ভরশীল। যে পদার্থ উত্তম বিকিরক সেই পদার্থ উত্তম শোষকও হয়। বস্তুর surface বা পৃষ্ঠ যত বেশি অমসৃণ হবে তা তাপ শোষণ ও বিকিরণ তত বেশি করে। অন্যদিকে বস্তুর পৃষ্ঠ মসৃণ ও চকচকে হলে তাপের শোষণ ও বিকিরণ অনেক কম হয়।

দৈনন্দিন জীবনে বিকিরণ পদ্ধতির ব্যবহার

১) শীতকালে কালো বর্ণের জামা পড়লে আরাম বোধ হয়, কারণ কালো রং সূর্যের বিকীর্ণ তাপ বেশি শোষণ করে এবং দেহকে গরম রাখতে সাহায্য করে। অন্যদিকে সাদা জামা সূর্যের কিরণের বেশি অংশ প্রতিফলিত করে দেয় এবং খুব কম অংশ শোষণ করে। তাই গরমকালে সাদা পোশাক আরামদায়ক হয়।

২) রান্নার পাত্রের তলদেশ কালো ও অমসৃণ হলে তা দ্রুত আগুন থেকে তাপ শোষণ করতে পারে। ফলে রান্না তাড়াতাড়ি হয়। অন্যদিকে যদি পাত্রের তলদেশ মসৃণ ও চকচকে হয়, তাহলে তাপের বেশির ভাগ অংশ ওই চকচকে মসৃণ তল দ্বারা প্রতিফলিত হবে এবং কম অংশ শোষণ হবে। ফলে রান্না হতে সময় অনেক বেশি লাগবে।

৩) বিকিরণের নীতিকে কাজে লাগিয়ে থার্মোফ্লাক্স তৈরি করা হয়। এই ফ্লাস্ক পরিবহন, পরিচলন ও বিকিরণ প্রণালীতে তাপ সঞ্চালন করতে পারে না। ফলে থার্মোফ্লাক্সের ভিতরে থাকা তরল বেশিক্ষণ নিজের উষ্ণতা ধরে রাখতে পারে।

প্রশ্ন: থার্মোফ্লাক্সের নীতি বর্ণনা করো।

উত্তর:

ফ্লাস্কের আভ্যন্তরীণ চিত্র

থার্মোফ্লাক্সে দুই দেওয়াল বিশিষ্ট কাচের পাত্র ব্যবহার করা হয়। কাচ তাপের কুপরিবাহী ফলে পরিবহন প্রণালীতে তাপ সঞ্চালন বাধাপ্রাপ্ত হয়।

কাচের দুটি দেওয়ালের মধ্যে বায়ু শূন্য অবস্থার সৃষ্টি করা হয়, ফলে পরিচলন পদ্ধতিতে তাপ সঞ্চালন হতে পারে না।

কাচের উভয় দেওয়াল মসৃণ ও রুপার প্রলেপ যুক্ত করা হয়, যার ফলে বিকিরণ প্রক্রিয়া বাঁধা পায়। ফ্লাস্কের মুখ তাপের কুপরিবাহী কর্ক দিয়ে বন্ধ করা হয়। এইভাবে সকল উপায়ে তাপের সঞ্চালন প্রতিহত করা হয় বলে থার্মোফ্লাক্সের মধ্যে রাখা গরম তরল বেশিক্ষণ গরম বা ঠাণ্ডা তরল বেশিক্ষণ ঠাণ্ডা থাকতে পারে।

title: তাপ সঞ্চালনের তিনটি পদ্ধতির বৈশিষ্ট্য ও পার্থক্য

নং	পার্থক্যের বিষয়	পরিবহন	পরিচলন	বিকিরণ
১	মাধ্যমের প্রয়োজনীয়তা	হয়	হয়	হয় না
২	মাধ্যমের উত্তপ্ত হওয়া	হয়	হয়	হয় না
৩	মাধ্যমের কণাগুলোর স্থান চ্যুতি	ঘটে না	ঘটে	মাধ্যমের প্রয়োজন হয় না। থাকলেও কণার স্থান চ্যুতি হয় না
৪	তাপ সঞ্চালনের কৌশলে	মাধ্যমের অণু কম্পিত হয়ে তাপ সঞ্চালন করে	মাধ্যমের অণু স্থানান্তরিত হয়ে তাপ সঞ্চালন করে।	তড়িৎ চুম্বক তরঙ্গে তাপ সঞ্চালিত হয়
৫	তাপ সঞ্চালনের দিক	যেকোনো দিকে	নিচ থেকে উপরে যেকোনো দিকে	সরলরেখায়
৬	তাপ সঞ্চালনের দ্রুতি	পরিবহনে ধীর	অপেক্ষাকৃত দ্রুত	আলোর বেগের সমান
৭	কোন অবস্থায় কোন পদার্থে ঘটে	কঠিন পদার্থে	তরল ও বায়বীয় পদার্থে	স্বচ্ছ পদার্থ বা শূন্যের মধ্য দিয়ে

(ঙ)
প্র: কাচের ঘর ও সবুজ বাড়ি সবসময় গরম থাকে কেন ব্যাখ্যা কর?

* কাচের ঘর ও সবুজ বাড়ি সবসময় গরম থাকে, কারণ সূর্য থেকে নির্গত ক্ষুদ্র তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের বিকীর্ণ তাপ কাচের মধ্য দিয়ে চলে যেতে পারে। এর ফলে গাছ পালা ও মাটি গরম হয়ে যায়। পরে সূর্যালোকের অনুপস্থিতিতে গরম মাটি ও গরম গাছপালা অপেক্ষাকৃত দীর্ঘ তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের তাপ বিকিরণ করে। এই দীর্ঘ তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের বিকীর্ণ তাপ কাচের মধ্য দিয়ে বাইরে যেতে পারে না ফলে, কাচের ঘরটি বেশ গরম থাকে।

(চ)
প্র: কোনো পরিবাহকের মধ্যে দিয়ে পরিবহন পদ্ধতিতে সঞ্চালিত তাপ কোন কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

* কোনো নির্দিষ্ট পরিবাহকের মধ্য দিয়ে পরিবহন পদ্ধতিতে তাপ নিম্নোক্ত বিষয়ের উপর নির্ভর করে।

(i). পরিবাহকের দুই প্রান্তের তাপমাত্রার পার্থক্য ($θ$).

(ii). প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল (A).

(iii). তাপপরিবহনের সময় (t)

(iv). পরিবাহকের দুই প্রান্তের দূরত্ব (d).

(v). পরিবাহকের উপাদান বা পরিবাহকত্ব (k).

Q: কম্বল দিয়ে ঢেকে রাখলে মানুষের দেহ শীতের দিনে গরম থাকে অথচ এক টুকরো বরফ কম্বল দিয়ে ঢেকে রাখলে গরমের দিনে ঠান্ডা থাকে কেন?

উত্তর:

উত্তর : কম্বলে ঢেকে রাখলে মানুষের দেহ শীতের দিনে গরম থাকে, অথচ এক টুকরো বরফ কম্বলে ঢেকে রাখলে গরমের দিনে ঠাণ্ডা থাকে।

ব্যাখ্যা : কম্বল তাপের কুপরিবাহক কারণ কম্বলের ফাঁকে ফাঁকে অসংখ্য ছিদ্র পথে বায়ু আবদ্ধ থাকে।

শীতের দিনে মানুষের দেহ কম্বলে ঢেকে রাখলে কম্বলের মধ্য দিয়ে মানুষের দেহের তাপ বাইরে যেতে পারে না। ফলে শরীর গরম থাকে। অপরপক্ষে গরমের দিনে বায়ুমণ্ডল থেকে তাপ গ্রহণ করে বরফ গলতে থাকে। কিন্তু কম্বলে ঢাকা থাকলে কম্বল তাপের কুপরিবাহক বলে বাইরের তাপ কম্বল ভেদ করে বরফে আসতে পারে না। ফলে বরফ কোন তাপ গ্রহণ করে না, তাই এটি ঠাণ্ডাই থাকে।

(গ)

Q: কঠিন পদার্থে শুধু তাপের পরিচলন হয় না কেন ব্যাখ্যা কর?

* যে পদ্ধতিতে কোন তরল বা গ্যাসীয় পদার্থের অনুগুলোর চলাচলের দ্বারা উষ্ণতর অংশ থেকে শীতলতর অংশে তাপ সঞ্চালিত হয় তাকে পরিচলন পদ্ধতি বলে।

কঠিন পদার্থের অনুগুলোর মধ্যে বন্ধন খুবই প্রবল এবং অনুগুলির মধ্যে ফাঁক কম থাকে, ফলে কঠিন পদার্থে তাপ প্রয়োগ করলে অনুগুলো যে গতিশক্তি লাভ করে তা অনুসমূহকে স্থানান্তরিত করতে পারে না, ফলে কঠিন পদার্থে তাপের পরিচলন ঘটে না।

(ঘ)

Q: একটি ঘরের ভিতরে এবং বাইরে তাপমাত্রা যথাক্রমে 35°C এবং 25°C, ঘরটিতে 4m দৈর্ঘ্য এবং 1m প্রস্থের একটি কাঁচের জানালা আছে, জানালার পুরুত্ব 0.5 cm. কাঁচের তাপ পরিবাহিতাঙ্ক 0.8 $Wm^{-1}K^{-1}$ হলে, প্রতি ঘন্টায় এ পরিবাহিত তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর।

⇒ তাপ পরিবাহকত্ব K হলে,

$$K = \frac{Qd}{A \Delta\theta t}$$

$$\Rightarrow Q = \frac{K A \Delta\theta t}{d}$$

$$= \frac{4 \times 10 \times 60 \times 0.8}{0.005}$$

$$= 3.84 \times 10^5 \text{ J}$$

(Ans)

এখানে,

$A = (4 \times 1)\ m^2$

$= 4\ m^2$

$d = 0.5\ cm$

$= 0.005\ m$

$\Delta\theta = (35 - 25)\ ^\circ C$

$= 10\ K$

$t = 1\ min$

$= 60\ s$

$K = 0.8\ W m^{-1} K^{-1}$

$Q = ?$

পদার্থের অবস্থার পরিবর্তন ও পরিবর্তেন নাম

(i) কঠিন + তাপ = তরল → গলন।

(ii) তরল + তাপ = বাষ্প → বাষ্পীয়ভবন।

(iii) বাষ্প − তাপ = তরল → ঘনিভবন।

(iv) তরল − তাপ = কঠিন → কঠিনীভবন।

(v) কঠিন + তাপ = বাষ্প → ঊর্ধ্বপাতন।

(vi) বাষ্প − তাপ = কঠিন → তুহিনীভবন।

পদার্থের অবস্থার পরিবর্তন:

তাপ প্রয়োগ বা নিষ্কাশনের ফলে কোনো পদার্থের এক অবস্থা ভিন্ন অবস্থায় রুপান্তরিত হওয়াকে পদার্থের অবস্থার পরিবর্তন বলে।

গলন: তাপ প্রয়োগে কঠিন পদার্থকে তরলে পরিণত করার প্রক্রিয়াকে গলন বলে। গলন পারিপার্শ্বিক চাপের উপর নির্ভরশীল।

গলনাঙ্ক: নির্দিষ্ট চাপে কোনো বিশুদ্ধ কঠিন পদার্থ যে তাপমাত্রায় তরলে পরিণত হতে শুরু করে, সেই নির্দিষ্ট তাপমাত্রাকে ওই পদার্থের গলনাঙ্ক বলা হয়।

হিমাঙ্ক: নির্দিষ্ট চাপে কোনো বিশুদ্ধ তরল পদার্থ যে তাপমাত্রায় জমে কঠিনে পরিণত হতে শুরু করে, সেই নির্দিষ্ট তাপমাত্রাকে ওই পদার্থের হিমাঙ্ক বলা হয়।

যেকোনো পদার্থের গলনাঙ্ক (Melting point) ও হিমাঙ্ক (Freezing point) পারিপার্শ্বিক চাপের উপর নির্ভরশীল।

কঠিনীভবন: পদার্থের তরল থেকে কঠিনে পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়াকে কঠিনীভবন বলে।

প্রমাণ চাপ: 76 সেন্টিমিটার পারদস্তম্ভের চাপকে প্রমাণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপ বা প্রমাণ চাপ বলা হয়। এই প্রমাণ চাপে জলের হিমাঙ্ক 0°C। একই ভাবে প্রমাণ চাপে বরফের গলনাঙ্ক 0°C। **যতক্ষণ পর্যন্ত পদার্থের গলন বা কঠিনীভবন প্রক্রিয়া সম্পূর্ণ না হয়, ততক্ষণ পদার্থের তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে।**

সাধারণত প্রায় সকল কেলাসিত (crystalline) পদার্থের গলনাঙ্ক ও হিমাঙ্ক সমান সুনির্দিষ্ট হয়। যেমন-- জল, লোহা, তামা, সোনা, পারদ প্রভৃতি।

তবে কয়েকটি এমন অকেলাসিত (Non-crystalline) পদার্থ দেখা যায়,
যাদের গলনাঙ্ক ও হিমাঙ্ক সমান নয় এবং এদের কোন নির্দিষ্ট গলনাঙ্ক নেই। যেমন- কাচ, চর্বি, মোম, মাখন প্রভৃতি। এগুলি গলনের পূর্বে একরকম থকথকে অবস্থায় উপনীত হয়।
যেমন- মাখন 28°C থেকে 33°C এর মধ্যে গলে যায়, আর 23°C থেকে 20°C এর মধ্যে জমে কঠিনে পরিণত হয়।

সাধারণ ভাবে কঠিন পদার্থ তরলে পরিণত হলে আয়তনে বাড়ে এবং তরল কঠিনে পরিণত হলে আয়তনে হ্রাস পায়। এই কারণের জন্যই তরল মোম জমে কঠিন হলে তার মধ্যে একটি গভীর খাঁজ সৃষ্টি হয়, কারণ মোম জমে কঠিন হবার সময় তার আয়তন সংকোচন ঘটে।

অন্যদিকে জল, পিতল, লোহা প্রভৃতি পদার্থ তরল থেকে কঠিন হলে আয়তন প্রসারিত হয় এবং কঠিন থেকে তরল অবস্থায় গেলে আয়তন সংকুচিত হয়। এই ধর্ম অনেক সুবিধা সৃষ্টি করে। মুদ্রা, মূর্তি প্রভৃতি বিভিন্ন প্রকার জিনিস তৈরির সময় তরল ধাতু ছাঁচের মধ্যে ঢেলে দেওয়া হয়। জমে কঠিন হবার সময় এরা আয়তনে বাড়ে এবং ছাঁচের সূক্ষ্ম খাঁজে ঢুকে যায়। ফলে নিখুঁত বস্তু তৈরি হয়।

কোন বস্তু তরল থেকে কঠিনে পরিণত হবার আয়তন বৃদ্ধি পেলে তার ঘনত্ব হ্রাস পায়। যেমন জলের তুলনায় বরফের ঘনত্ব 9% কমে হয়। এই কারণে বরফ জলে সম্পূর্ণ ডুবে যায় না, তার 1/10 ভাগ অংশ জলের উপরে থাকে।

শীত প্রধান দেশে গভীর জলাশয়ের নীচে মাছ ও অন্যান্য জলচর প্রাণী কি ভাবে বেঁচে থাকে?

শীত প্রধান দেশে বা মেরু অঞ্চলে প্রচণ্ড ঠান্ডায় জলাশয়ের জলের উপরিস্তর জমে বরফে পরিণত হয়। বরফ জল অপেক্ষা হালকা তাই জলের উপরতলে ভেসে থাকে। এছাড়া বরফ তাপের কুপরিবাহী বলে নীচের জল 4°C থেকে খুব বেশি তাপ বায়ুতে পরিবাহিত হতে পারে না। ফলে গভীর জলাশয়ের নীচের জল তাপমাত্রায় তরল অবস্থায় থাকে। ফলে মাছ ও অন্যান্য জলচর প্রাণী প্রচণ্ড শীতেও বেঁচে থাকতে পারে।

জল বরফে পরিণত হলে আয়তন বেড়ে যায়— এই ঘটনার নানা অসুবিধাও আছে। শীত প্রধান দেশে প্রচণ্ড ঠান্ডায় জলের পাইপের জল জমে বরফে পরিণত হয়। এর ফলে বরফের আয়তন বৃদ্ধি পায়, যার ফলে প্রচণ্ড বল সৃষ্টি হয় এবং পাইপ অনেক সময় ফেটে যায়।

একই কারণে শীতকালে পার্বত্য অঞ্চলে পাথরের খাঁজে জমে থাকা জল কঠিন বরফে পরিণত হয় এবং প্রচণ্ড চাপ সৃষ্টি করে। এই প্রচণ্ড চাপের প্রভাবে পাথরে ফাটল সৃষ্টি হয় ও পাথর ভেঙে পড়ে। শীতের দেশে জমিতেও অনেক সময় এরকম ফাটল সৃষ্টি হয়, যা কৃষিকাজে সুবিধা সৃষ্টি করে।

বাষ্প (vapour): কোনো তরলের গ্যাসীয় অবস্থাকে বাষ্প (vapour) বলে।

বাষ্পীভবন (vaporisation): যে পদ্ধতিতে কোনো তরল তরল বাষ্পে পরিণত হয়, তাকে বাষ্পীভবন (vaporisation)

বাষ্পীভবন তিন প্রকার। যথা–

1. স্বতঃবাষ্পীভবন বা বাষ্পায়ন (Evaporation)
2. স্ফুটন (Boiling)
3. ঊর্ধ্বপাতন (sublimations)

স্বতঃবাষ্পীভবন বা বাষ্পায়ন (Evaporation):

ধীরে ধীরে তরল অবস্থা থেকে বাষ্পে পরিণত হওয়ার পদ্ধতিকে বাষ্পায়ন বলা হয়। ভিজে কাপড় শুকনো হওয়া, গরমকালে নদী, পুকুর প্রভৃতি জলাশয়ের জল কমে যাওয়া বা শুকিয়ে যাওয়া বাষ্পায়নের কারণে ঘটে।

বাষ্পায়নের বৈশিষ্ট্য

- বাষ্পায়ন সর্বদা তরলের উপরিতল থেকে হয়।
- বাষ্পায়ন অতি ধীর গতি প্রক্রিয়া এবং এটি নিঃশব্দে হয়।
- যেকোন উষ্ণতায় বাষ্পায়ন হতে পারে।
- বাষ্পায়নে পরিপার্শ্ব থেকে তাপ শোষিত হয়, ফলে শীতলতা সৃষ্টি হয়।

বাষ্পায়নের হার পরিবর্তনের কারণ বা বাষ্পায়নের নির্ভরশীলতা

a) বায়ুর শুষ্কতা

বায়ু যত শুষ্ক হবে, বাষ্পায়ন তত দ্রুত হবে। এই কারণে বর্ষা অপেক্ষা শীতকালে কাপড় দ্রুত শুষ্ক হয়।

b) পারিপার্শ্বিক তাপমাত্রা বা তরল সংলগ্ন বায়ুর উষ্ণতা

তরল ও তরল সংলগ্ন বায়ুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে বাষ্পায়নের হার দ্রুত হয়। এই কারণে গ্রীষ্মকালে জল দ্রুত শুকিয়ে যায়।

c) তরলের উপরতলের ক্ষেত্রফল

তরলের উপরতলের ক্ষেত্রফল যত বেশি হয় বাষ্পায়ন তত দ্রুত হয়।

d) তরলের প্রকৃতি

তরল যত উদ্বায়ী হবে বাষ্পায়ন তত দ্রুত হবে।

e) বায়ুমণ্ডলের চাপ

বায়ুমণ্ডলের চাপ বৃদ্ধির সাথে সাথে বাষ্পায়নের হার হ্রাস পায়।

f) বায়ু চলাচল

তরলের উপর দিয়ে বায়ু চলাচল যত বেশি হয়, তত দ্রুত বাষ্পায়ন হয়।
(পাঠ্যবইয়ের ১৭৮ ও ১৭৯ পৃষ্ঠা দ্রষ্টব্য)

এই বাষ্পায়নের কারণে ভিজা জামা পড়ে পাখার নীচে দাঁড়ালে ঠাণ্ডা অনুভব হয়। পাখার হাওয়ায় জামার জল দ্রুত বাষ্পীভূত হয়, ও **বাষ্পায়নের প্রয়োজনীয় লীনতাপ শরীর থেকে গ্রহণ করে।** ফলে তাপমাত্রা হ্রাস পায় ও ঠাণ্ডা বোধ হয়।

এই একই কারণে গরমের দিনে দেখা যায় যে কুকুর জিভ বার করে বসে থাকে। **দেহের থেকে তাপ সংগ্রহ করে জিভের জল বাষ্পীভূত হয়, ফলে কুকুরের শরীর শীতল হয়।**

স্ফুটন (Boiling):

খুব দ্রুত তরল অবস্থা থেকে বাষ্পে পরিণত হওয়ার পদ্ধতিকে স্ফুটন বলে। স্ফুটন একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় শুরু হয়। যতক্ষণ সমস্ত তরল বাষ্পে পরিণত না হয়, ততক্ষণ এই তাপমাত্রা স্থির থাকে।

স্ফুটনাঙ্ক:

স্ফুটনাঙ্ক হলো একটি তাপমাত্রা যাতে পৌঁছালে তরল পদার্থ বাষ্পে পরিণত হয়।

স্ফুটনের বৈশিষ্ট্য

- স্ফুটন তরলের সমস্ত অংশ থেকে হয়।
- এটি অত্যন্ত দ্রুতগতি প্রক্রিয়া।
- প্রমাণ চাপে স্ফুটন একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় শুরু হয়।
- স্ফুটনে তাপের উদ্ভব হয়।
- স্ফুটনে শব্দ সৃষ্টি হয়।

স্ফুটনের হার পরিবর্তনের কারণ

a) বায়ুর চাপ

বায়ুর চাপ বৃদ্ধি পেলে স্ফুটনাঙ্ক বৃদ্ধি পায়। উঁচু পাহাড়ের উপর বায়ুর চাপ কম বলে সেখানে অপেক্ষাকৃত কম তাপমাত্রায় জল বাষ্পীভূত হয়।

b) অপদ্রব্যের উপস্থিতি

তরলে কোন পদার্থ দ্রবীভূত থাকলে তার স্ফুটনাঙ্ক বৃদ্ধি পায়। যেমন জলের সাথে লবণ মিশ্রিত থাকলে তার স্ফুটনাঙ্ক 100°C থেকে বেড়ে যায়।

c) তরলের প্রকৃতি

যে সব তরলের অণুগুলির মধ্যে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল বেশি তাদের স্ফুটনাঙ্ক বেশি হয়।

স্ফুটনাঙ্কের উপর চাপের প্রভাবকে কাজে লাগিয়ে তৈরি করা হয় প্রেসার কুকার।

এটি এমনভাবে তৈরি করা হয় যাতে এর মধ্যে বায়ুর চাপ স্বাভাবিকের চেয়ে বেশি হয়ে যায়, ফলে জলের স্ফুটনাঙ্ক বেড়ে যায়। এর ফলে রান্না দ্রুত হয় ও জ্বালানির খরচ কম হয়।

ঊর্ধ্বপাতন (Sublimation)

কঠিন পদার্থ থেকে সরাসরি বাষ্পে পরিণত হবার পদ্ধতিকে ঊর্ধ্বপাতন বলা হয়। এক্ষেত্রে বস্তু তরলে পরিণত হয় না। ন্যাপথলিন, কর্পূর প্রভৃতি পদার্থের ঊর্ধ্বপাতন দেখা যায়।

ঘনীভবন (Condensation)

বাষ্প থেকে তরলে পরিণত হবার প্রকিয়াকে ঘনীভবন বলা হয়। বিভিন্ন কারণে, বিভিন্ন অবস্থায় বায়ুমণ্ডলের জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হয় এবং এর ফলে মেঘ, কুয়াশা, শিশির প্রভৃতি সৃষ্টি হয়ে থাকে।

সম্পৃক্ত বায়ু (saturated): কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট পরিমাণ বায়ু সর্বোচ্চ যে পরিমাণ জলীয়বাষ্প ধারণ করতে পারে, তা দ্বারা পূর্ণ হলে সেই বায়ুকে সম্পৃক্ত বায়ু (saturated) বলে।

শিশিরাঙ্ক (Dew point): যে তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট পরিমাণ বায়ু তাতে উপস্থিত জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়, তাকে ওই বায়ুর শিশিরাঙ্ক (Dew point) বলে

শিশির: রাতের বেলা ঘাস, গাছপালা ইত্যাদির উপর যে বিন্দু বিন্দু পানি জমে তাকে শিশির বলে। সন্ধ্যার পরে তাপমাত্রা ক্রমশ কমতে থাকলে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বায়ুমণ্ডল জলীয়বাষ্প দ্বারাই সম্পৃক্ত হয়ে জলীয়বাষ্পগুলো শিশিরে পরিণত হয়।

সাধারণত দিনের বেলা ভূপৃষ্ঠ সংলগ্ন বায়ু অসম্পৃক্ত অবস্থায় থাকে। কিন্তু রাতের বেলায় ভূপৃষ্ঠ তাপ বিকিরণ করে ঠান্ডা হয়ে যায়। ফলে ভূপৃষ্ঠ সংলগ্ন বায়ু ক্রমশ ঠান্ডা হয়ে যায়। এক সময়ে তা শিশিরাঙ্কে পৌঁছায়, অর্থাৎ জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়। এরপর তাপমাত্রা আর একটু কমলে কিছু বায়ুস্থ জলীয়বাষ্প ঘনীভূত হয়ে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জলকণা আকারে পাতা, ঘাস প্রভৃতির উপর জমা হয়। একে শিশির বলে।

প্রশ্ন: শিশির পড়ে কেন?
উত্তর: নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুর জলীয়বাষ্প ধারণ করার ক্ষমতা সীমাবদ্ধ। তাপমাত্রা বাড়লে ঐ স্থানের জলীয়বাষ্প ধারণ করার ক্ষমতা বেড়ে যায়। যখন কোনো স্থানে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সর্বোচ্চ পরিমাণ জলীয়বাষ্প থাকে, তখন ঐ স্থানকে জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত বলা হয়। বায়ু জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হলে ঐ বায়ু আর জলীয়বাষ্প ধারণ করতে পারে না, তখন জলীয়বাষ্প ঘনীভূত হয়ে শিশিরে পরিণত হয়।

কোনো স্থানের তাপমাত্রা কমলে ঐ স্থানের জলীয়বাষ্প ধারণ ক্ষমতা কমে যায়। তাপমাত্রা ক্রমশ কমতে থাকলে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বায়ুমণ্ডল ঐ স্থানের জলীয়বাষ্প দ্বারাই সম্পৃক্ত হয়। ঐ তাপমাত্রায় বায়ুতে অবস্থিত জলীয়বাষ্প তখন শিশিরে পরিণত হয়।

শিশির সৃষ্টির জন্য অনুকূল পরিবেশ: সাধারণত শরৎকালের ভোরবেলা শিশির জমা হতে দেখা যায়। শিশির সৃষ্টির জন্য অনুকূল অবস্থাগুলো হলো—

- মেঘহীন পরিষ্কার আকাশ
- বায়ুর কম প্রবাহ
- বাতাসে প্রচুর জলীয়বাষ্পের উপস্থিতি
- তাপের ভালো বিকিরক ও কুপরিবাহী সান্নিধ্য

মেঘ: জলীয় বাষ্পপূর্ণ বাতাস বিভিন্ন কারণে হালকা হয়ে উপরে উঠে যায়। তাপমাত্রা বাড়লে বায়ুর চাপ কমে যায় ও আয়তন বেড়ে যায় ফলে তা শীতল হয়ে যায়। তাপমাত্রা শিশিরাঙ্কের নিচে গেলে বায়ুতে বর্তমান জলীয় বাষ্প বাতাসে ভাসমান ধূলিকণাকে আশ্রয় করে জলবিন্দু আকারে ভেসে থাকে, একে মেঘ বলে।

ক্রান্তি বা সংকট তাপমাত্রা: প্রত্যেকটি গ্যাসীয় পদার্থের একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রা আছে, যে তাপমাত্রার উপরে গ্যাসটি থাকলে যত চাপই প্রয়োগ করা হোক না কেন গ্যাসটিকে তরলে রুপান্তর করা যায় না। এই তাপমাত্রাকে উক্ত গ্যাসের ক্রান্তি বা সংকট তাপমাত্রা বলে।

কুয়াশা (Fog): শীতকালে ভোরবেলা কুয়াশা দেখা যায়। কোনো কারণে বিস্তীর্ণ অঞ্চলের বায়ুর তাপমাত্রা হ্রাস পেয়ে শিশিরাঙ্কের নিচে নেমে গেলে ওই বায়ুমন্ডলে বর্তমান জলীয়বাষ্প ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জলকণায় পরিণত হয়। এই জলকণা গুলো বাতাসে ভাসমান ধূলিকণা, কয়লার সূক্ষ্ম গুঁড়ো প্রভৃতিকে আশ্রয় করে ভাসতে থাকে। একে কুয়াশা (Fog) বা কুহেলিকা (Mist) বলে।

শহরাঞ্চল বা শিল্পক্ষেত্রে প্রচুর পরিমাণ সূক্ষ্ম ধূলিকণা বাতাসে মিশে থাকে, ফলে ঘন কুয়াশা সৃষ্টি হয়। এই কুয়াশার সাথে কল-কারখানা ও গাড়ির ধোঁয়া মিশে সৃষ্টি হয় ধোঁয়াশা।

তুহিনীভবন: কোন কোন বাষ্পীয় পদার্থ তাপ বর্জন করে তরল পদার্থে রুপান্তরিত না হয়ে সরাসরি কঠিন পদার্থে পরিণত হয়, একে তুহিনীভবন বলে। তুহিনীভবন হলো ঊর্ধ্বপাতনের বিপরীত প্রক্রিয়া।

Title: গলনাঙ্কের উপর চাপের প্রভাব (বিজ্ঞানী বটমিলের পরীক্ষণ)

চাপের প্রভাবে গলনাঙ্কের পরিবর্তন দুই ভাবে হতে পারে। যথা:

(i). কঠিন থেকে তরলে রূপান্তরের সময়, যেসব পদার্থের আয়তন হ্রাস পায় (বরফ) চাপ বাড়ালে তাদের গলনাঙ্ক কমে যায়, অর্থাৎ চাপ বাড়ালে তা কম তাপমাত্রায় গলে যায়।

(ii). কঠিন থেকে তরলে রূপান্তরের সময়, যেসব পদার্থের আয়তন বৃদ্ধি পায়। (মোম, তামা, সোনা) চাপ বাড়ালে তাদের গলনাঙ্ক বেড়ে যায়, অর্থাৎ চাপ বাড়ালে তা বেশী তাপমাত্রায় গলে যায়।

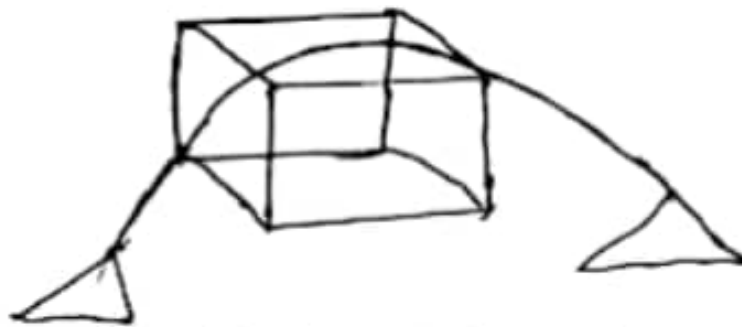
Title: স্ফুটনাঙ্কের উপর চাপের প্রভাব (বিজ্ঞানী ফ্রাঙ্কনিলের পরিক্ষণ)

স্বাভাবিক বা প্রমাণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো তরলের স্ফুটন আরম্ভ হয়, অর্থাৎ তরল ফুটতে থাকে সেই তাপমাত্রাকে ওই তরলের স্ফুটনাঙ্ক বলে।

তরলের উপরস্থ চাপ বাড়ালে স্ফুটনাঙ্ক বেড়ে যায়, এবং চাপ কমালে স্ফুটনাঙ্ক কমে যায়। অর্থাৎ স্ফুটনাঙ্ক কোন পদার্থের উপরস্থ চাপের উপর নির্ভর করে।

ক) পুনঃশিলীভবন: কঠিন পদার্থের চাপ প্রয়োগ গললে এবং চাপ অপসারণে পুনরায় কঠিন পদার্থে পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়াকে পুনঃশিলীভবন বলে।

চিত্র: বিজ্ঞানী বটমিলের পরীক্ষা

দুটি বরফের টুকরো হাতে নিয়ে জোরে চাপ দিলে টুকরো দুটি জোড়া লেগে যায়। এর কারণ হল চাপ প্রয়োগের ফলে বরফের স্পর্শকারী তল দুটির গলনাঙ্ক 0˚C এর থেকে কমে যায়। **ফলে এই স্থানের বরফ গলে জল হয়ে যায়। চাপ সরিয়ে নিলে গলনাঙ্ক বেড়ে 0˚C হয়ে যায় এবং ওই জল জমে যায়। ফলে বরফের টুকরো দুটি জোড়া লেগে যায়।**

এই একই কারণের জন্য বরফ ঢাকা রাস্তায় মোটর গাড়ি চললে তার টায়ারের ফাঁকে বরফ জমে থাকতে দেখা যায়। **চাকা বিহীন স্লেজ গাড়িও বরফের উপর দিয়ে এই পদ্ধতিতে চলতে পারে।**

কোন পদার্থের গলনাঙ্ক বা হিমাঙ্ক পদার্থে উপস্থিত অপদ্রব্য দ্বারা প্রভাবিত হয়। আমরা জানি, বরফের তাপমাত্রা 0˚C। কিন্তু তিনভাগ গুঁড়ো বরফের সাথে এবং একভাগ পরিষ্কার লবণ মেশানো হলে মিশ্রণের তাপমাত্রা হয় প্রায় -23˚C। এই প্রকার মিশ্রণ হিমমিশ্র নামে পরিচিত।

হিমমিশ্র বা Freezing mixture

দুটি পদার্থের মিশ্রণ, যাদের অন্তত একটি বা উভয়ই সাধারণ উষ্ণতায় গলে যায় এবং মিশ্রণের উষ্ণতা উল্লেখযোগ্যভাবে হ্রাস পায় তাকে হিমমিশ্র বা Freezing mixture বলে। যেমন- সম পরিমাণ জল ও অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট তার তাপমাত্রা হয় -15˚C।

হিমমিশ্রের ব্যবহারিক প্রয়োগ

- মাছ, মাংস প্রভৃতি দূর স্থানে নিয়ে যাওয়ার জন্য হিমমিশ্র দিয়ে ঢেকে রাখা হয়।
- কুলপি, বরফ, আইসক্রিম প্রভৃতি বানাতে বরফ–লবণ হিমমিশ্র ব্যবহার হয়।
- বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক কাজে হিমমিশ্র ব্যবহার করা হয়।

শীতের দেশে মোটর গাড়ির রেডিয়েটরের জল জমে বরফে পরিণত হয়, যা রেডিয়েটরের পাইপ ফাটিয়ে দিতে পারে।

> *এই কারণে শীতের দেশে রেডিয়েটরে জলের সাথে ইথিলিন গ্লাইকল (Ethylene Glycol) নামক অ্যালকোহল বা গ্লিসারিন মিশিয়ে দেওয়া হয়।*

মিশ্রণের হিমাঙ্ক অনেক কম হওয়ায় রেডিয়েটরের জল জমে যায়না।

গলনের সুপ্ততাপ:

তাপমাত্রার পরিবর্তন না ঘটিয়ে কোনো কঠিন পদার্থকে তরলে পরিণত করতে যে তাপের প্রয়োজন হয় তাকে গলনের সুপ্ত তাপ বলে।

বাষ্পীভবনের সুপ্ত তাপ: তাপমাত্রার পরিবর্তন না ঘটিয়ে তরল পদার্থকে বাষ্পে পরিণত করতে যে তাপের প্রয়োজন হয় তাকে বাষ্পীভবনের সুপ্ত তাপ বলে।

[illegible]: বরফ গলনের সুপ্ত তাপ

0°C তাপমাত্রায় 1 kg বরফকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয়, তাকে বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ বলে, ইহাকে Lf দ্বারা প্রকাশ করা।

M.K.S পদ্ধতিতে ইহার একক $J kg^{-1}$.

বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ এর মান,

$$L_f = 336000\ J kg^{-1}.$$

পানির বাষ্পীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ : 100°C তাপমাত্রায় 1 kg বিশুদ্ধ পানিকে 100°C তাপমাত্রায় বাষ্পে পরিণত করতে যে তাপের প্রয়োজন হয়, তাকে পানির বাষ্পীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ বলে। ইহাকে L_v দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

পানির বাষ্পীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপের মান,

$$L_v = 2268000\ J kg^{-1}$$

সুপ্ত তাপ : যে তাপ বস্তুর তাপমাত্রা পরিবর্তন না ঘটিয়ে অবস্থার পরিবর্তন ঘটায়, তাকে সুপ্ত তাপ বলে,

Title: তাপ ধারণ সক্ষমতা / ক্ষমতা

কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1k বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে তাপ ধারণ সক্ষমতা বলে। ইহাকে C দ্বারা প্রকাশ করা হয়। M.K.S পদ্ধতিতে ইহার একক Jk^{-1}.

Title: তাপ ধারণ সক্ষমতার রাশিমালা

কোনো বস্তুর তাপমাত্রা $\Delta\theta$ কেলভিন বাড়াতে প্রয়োজনীয় তাপ Q

" " " 1 " " " " $\frac{Q}{\Delta\theta}$

সংজ্ঞানুসারে, তাপ ধারণ ক্ষমতা C হলে,

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta}$$

Title: আপেক্ষিক তাপ

1kg ভরের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1k বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে আপেক্ষিক তাপ বলে। ইহাকে S দ্বারা প্রকাশ করা হয়, M.K.S পদ্ধতিতে ইহার একক $Jkg^{-1}k^{-1}$.

(i). পানির আপেক্ষিক তাপ, $s = 4200\ Jkg^{-1}k^{-1}$.

(ii). গ্লিসারিন 〃 〃, $s = 3930\ Jkg^{-1}k^{-1}$.

(iii). বরফের 〃 〃, $s = 2100\ Jkg^{-1}k^{-1}$.

(iv). লোহার 〃 〃, $s = 450\ Jkg^{-1}k^{-1}$.

(v). তামার 〃 〃, $s = 400\ Jkg^{-1}k^{-1}$

title: আপেক্ষিক তাপের রাশিমালা

1 kg ভরের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা $\Delta\theta$ k বাড়াতে প্রয়োজনীয় তাপ Q

1 kg 〃 〃 〃 〃 1 K 〃 〃 〃 $\frac{Q}{\Delta\theta}$

m kg 〃 〃 〃 〃 1 K 〃 〃 〃 $\frac{Q}{m\Delta\theta}$

সংজ্ঞানুসারে, আপেক্ষিক তাপ s হলে,

$$s = \frac{Q}{m\Delta\theta}$$

$$\Rightarrow \boxed{Q = ms\Delta\theta}$$

Title: আপেক্ষিক তাপ ও তাপ গ্রহণ ক্ষমতার মধ্যে সম্পর্ক

সংজ্ঞানুসারে,

কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1k বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয়, তাকে তাপ গ্রহণ ক্ষমতা বলে।

তাপ গ্রহণ ক্ষমতা C হলে,

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta} \text{ ——— (i)}$$

আবার,

1kg ভরের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1k বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন তাকে আপেক্ষিক তাপ বলে।

আপেক্ষিক তাপ S হলে,

$$S = \frac{Q}{m\Delta\theta}$$

$$\Rightarrow S = \frac{1}{m} \cdot \frac{Q}{\Delta\theta}$$

$$\Rightarrow S = \frac{1}{m} \cdot C \quad \text{[(i) নং হতে]}$$

$$\Rightarrow S = \frac{C}{m}$$

$$\Rightarrow \boxed{C = mS}$$

ইহাই আপেক্ষিক তাপ ও তাপ গ্রহণ ক্ষমতা।

(খ)

তাপ ধারণ ক্ষমতা ও আপেক্ষিক তাপের পার্থক্য

তাপ ধারণ ক্ষমতা	আপেক্ষিক তাপ
(i). কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বাড়াতে যে তাপ লাগে তাকে ঐ বস্তুর তাপ ধারণ ক্ষমতা বলে।	(i). কোনো বস্তুর 1kg ভরের তাপমাত্রা 1K বাড়াতে যে তাপ লাগে তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ বলে।
(ii). তাপ ধারণ ক্ষমতার একক JK^{-1}	(ii). আপেক্ষিক তাপের একক $Jkg^{-1}K^{-1}$
(iii). এটি বস্তুর একটি বৈশিষ্ট্য। একই উপাদানে তৈরী বিভিন্ন ভরের বস্তুর তাপ ধারণ ক্ষমতা বিভিন্ন।	(iii). আপেক্ষিক তাপ বস্তুর উপাদানের বৈশিষ্ট্য। একই উপাদানের সকল বস্তুর আপেক্ষিক তাপ একই।
(iv). বস্তুর ভরকে আপেক্ষিক তাপ দ্বারা গুণ করলে তাপ ধারণ ক্ষমতা পাওয়া যায়। অর্থাৎ, $C = ms$	(iv). বস্তুর তাপ ধারণ ক্ষমতাকে ভর দ্বারা ভাগ করলে আপেক্ষিক তাপ পাওয়া যায়। অর্থাৎ, $S = \frac{C}{m}$

কোনো বস্তুর তাপ ধারণ ক্ষমতা 18000 JK^{-1} বলতে কী বোঝায়?

কোনো বস্তুর তাপ ধারণ ক্ষমতা 18000 JK^{-1} এর অর্থ হচ্ছে।

(i) বস্তুটির তাপমাত্রা 1K বাড়াতে 18000 J তাপের প্রয়োজন হবে।

(ii) বস্তুর ভর এবং আপেক্ষিক তাপ গুণফলের মান 18000 JK^{-1} হলে।

কোন বস্তুর উষ্ণতা বা তাপমাত্রা বৃদ্ধি কোন কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

কোন বস্তুর উষ্ণতা বা তাপমাত্রা বৃদ্ধি করতে কি পরিমাণ তাপ প্রয়োজন, তা তিনটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে, **বস্তুর ভর, বস্তুর উষ্ণতা বৃদ্ধির পরিমাণ, বস্তুর উপাদান বা প্রকৃতি।**

বস্তুর ভর

নির্দিষ্ট পরিমাণ উষ্ণতা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য একই পদার্থের ভিন্ন ভিন্ন ভরের বস্তু ভিন্ন পরিমাণ তাপ গ্রহণ বা বর্জন করে। **এই গৃহীত বা বর্জিত তাপের পরিমাণ বস্তুর ভরের সাথে সমানুপাতিক হয়।**

বস্তুর উষ্ণতা বৃদ্ধির পরিমাণ

কোন বস্তু কি পরিমাণ তাপ গ্রহণ বা বর্জন করবে তা ওই বস্তুর উষ্ণতা বৃদ্ধি বা হ্রাসের পরিমাণের উপর নির্ভর করে। **অর্থাৎ বস্তু দ্বারা গৃহীত বা বর্জিত তাপের পরিমাণ বস্তুটির উষ্ণতা বৃদ্ধি বা হ্রাসের সাথে সমানুপাতিক।**

বস্তুর উপাদান বা প্রকৃতি

কোন বস্তু কি পরিমাণ তাপ গ্রহণ বা বর্জন করবে তা বস্তুটি যে পদার্থ দিয়ে তৈরি তার প্রকৃতির উপরও নির্ভর করে। **পদার্থের এই বিশেষ ধর্মকে তার আপেক্ষিক তাপ (Specific heat) বলা হয়।**

Title: ক্যালোরিমিতির মূল নীতি

আমরা জানি,

একটি উষ্ণ বস্তুর সংস্পর্শে একটি শীতল বস্তু আনলে উষ্ণ বস্তু হতে শীতল বস্তুর দিকে তাপ স্থানান্তরিত হয়, এক্ষেত্রে উষ্ণ বস্তু যে পরিমাণ তাপ বর্জন করে শীতল বস্তু ঠিক সে পরিমাণ তাপ গ্রহণ করবে।

ইহাই ক্যালোরিমিতির মূলনীতি।

অর্থাৎ,

ক্যালোরিমিতির মূলনীতির অনুসারে,

বর্জিত তাপ = গৃহীত তাপ

সৃজনশীল প্রশ্ন নং

....

$2\sqrt{3}$ m কর্ণবিশিষ্ট একটি ত্রি-মাত্রিক বর্গাকার কোনো স্থির বস্তুকে, 4 km দূরের 25 m^2 ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট 45 kg ভরের একটি তামার পাতের উপর নিক্ষেপ করা হলো। নিক্ষেপের সময় বস্তুটি 48×10^4 J গতিশক্তি প্রাপ্ত হয়। তামার পাতে আঘাত করার ফলে পাত কর্তৃক 9×10^4 J তাপ শোষিত হয়। নিক্ষেপের সময় তামার পাত ও বায়ুর উষ্ণতা 30 °c ছিলো।

(ক) পরম তাপমাত্রা স্কেল কাকে বলে?

(খ) দুটি বস্তুর তাপ সমান হলেও তাপমাত্রা কিংবা তাপমাত্রা সমান হলেও তাপ ভিন্ন হতে পারে কি? - ব্যাখ্যা করো।

(গ) নিক্ষেপের ফলে বস্তুটি কর্তৃক আঘাত করায় তামার পাতে কি পরিমাণ চাপ অনুভূত হয় - তা নির্ণয় করো।

(ঘ) উদ্দিপকের বস্তুটি দ্বারা তামার পাতে আঘাত করায় পাতের চূড়ান্ত উষ্ণতা কত? এবং সেই উষ্ণতায় পাতটির ক্ষেত্রফল কতটুকু বৃদ্ধি পায়? - তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

(গ) ত্রিমাত্রিক ব্যবস্থায় ঘনকের এক বাহু a হলে,

প্রশ্নমতে, $a\sqrt{3} = 2\sqrt{3}$

$\therefore a = 2$ m

$\therefore$ ত্রিমাত্রিক ব্যবস্থায় ঘনকের একটি পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল $= a^2$ বর্গ একক

$= 2^2$ বর্গ মিটার

$= 4$ বর্গ মিটার

আবার,

বস্তুটির গতিশক্তি E_k হলে,

$$E_k = 48 \times 10^4$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} mv^2 = 48 \times 10^4$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m(u^2 + 2as) = 48 \times 10^4$$

$$\Rightarrow mas = 48 \times 10^4$$

$$\Rightarrow Fs = 48 \times 10^4$$

$$\Rightarrow F = \frac{48 \times 10^4}{4000}$$

$$= 120 \text{ N}$$

এখানে,
$E_k = 48 \times 10^4$
$u = 0 \text{ ms}^{-1}$
$s = 4$ km
$= 4000$ m
$F = ?$

∴ তাবুর চাপে অনুভূত P হলে,

$$P = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{120}{4}$$

$$= 30 \text{ Pa}$$

(Ans)

দেওয়া,
$F = 120$ N
$A = 4$ m^2

(ঘ). তাবুর গৃহীত শোষিত তাপ Q হলে,

$$Q = ms\Delta\theta$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{ms}$$

$$= \frac{9\times10^{4}}{45\times400}$$

$$= 5 \text{ K}$$

দেওয়া,
$Q = 9\times10^{4}$ J
$S = 400$ J kg^{-1} K^{-1}
$m = 45$ kg
$\Delta\theta = ?$

~~আবার~~ তাবুর ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ β হলে.

$$\beta = \frac{\Delta A}{A_1 \Delta\theta}$$

$$\Delta A = \beta A_1 \Delta\theta$$
$$= 33.33\times10^{-6}\times25\times5$$
$$= 4.17\times10^{-3} \text{ m}^2$$

দেওয়া,
$\beta = 33.33\times10^{-6}$ K^{-1}
$A_1 = 25$ m^2
$\Delta\theta = 5$ K
$\Delta A = ?$

ধরি আদি ও চূড়ান্ত তাপমাত্রা যথাক্রমে θ_1 ও θ_2 হবে,

হয়,

$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$

$\Rightarrow \theta_2 = \Delta\theta + \theta_1$

$= 5 + 30$

$= 35^\circ C$

অথবা,

$\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2$

$\Rightarrow \theta_2 = \theta_1 - \Delta\theta$

$= 30 - 5$

$= 25^\circ C$

[তাপমাত্রা হ্রাস পেলে একই উত্তর আসবে না]

আবার,

~~চূড়ান্ত তাপমাত্রায়~~ ভিনের সরণসূত্র অনুসারে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য λ_{max} হলে,

$$\lambda_{max} = \frac{b}{\theta_2}$$

$$= \frac{2.898 \times 10^{-3}}{308.15}$$

$$= 9.4 \times 10^{-6} \text{ m}$$

(Ans.)

এখানে

$\theta_2 = 35^\circ C$

$= 308.15 K$

$b = 2.898 \times 10^{-3}$ mK

পাঠ্যবইয়ের অনুশীলনীর সাধারণ প্রশ্নের উত্তর

প্রশ্ন ১। একটি কাচের পাত্রে পারদ রেখে উত্তপ্ত করা হলে প্রথমে পারদের উচ্চতা কমে তারপর বাড়তে থাকবে। কেন?

উত্তর : কাচের পাত্রে পারদ রেখে যদি গরম করা হয় তাহলে প্রথমে পারদের উচ্চতা কমে যাবে কারণ তাপ দেওয়ার পর পারদের তাপমাত্রা বাড়ার আগে কাচের পাত্রের তাপমাত্রা বেড়ে যাবে এবং তার প্রসারণ হবে। অর্থাৎ কাচ পাত্রটি একটুখানি বড় হয়ে যাবে ফলে পারদের উচ্চতা কমে যাবে। যদি আমরা তারপরও তাপ দিতে থাকি তাহলে পারদের উচ্চতা বাড়তে থাকবে। যেহেতু, পারদের প্রসারণ বেশি তাই উচ্চতা বৃদ্ধি পাবে।

উপরোক্ত কারণে প্রথমে পারদের উচ্চতা কমে তারপর বাড়ে।

প্রশ্ন ২। মহাশূন্যে যেখানে কোনো অণু-পরমাণু নেই সেখানে কি তাপমাত্রার অস্তিত্ব আছে?

উত্তর : আমরা জানি, পদার্থের অণুগুলো সব সময় গতিশীল অবস্থায় থাকে। তাই এদের গতিশক্তি আছে। কোনো পদার্থের মোট তাপের পরিমাণ এর মধ্যস্থিত অণুগুলোর মোট গতিশক্তির সমানুপাতিক। যেহেতু মহাশূন্যে কোনো অণু-পরমাণু নেই, তাই সেখানে তাপের সৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা নেই। অতএব, তাপমাত্রার অস্তিত্ব অকল্পনীয়।

প্রশ্ন ৩। অনেক ভিড়ের ভেতরে ভ্যাপসা গরম থেকে খোলা জায়গায় এলে শীতল অনুভব করি কেন?

উত্তর : আমরা নিঃশ্বাসের সাথে CO_2 ত্যাগ করি। এ CO_2 পরিবেশে তাপধারণ করে রাখে। ফলে, ভিড়ের ভিতরে সকলে নিঃশ্বাসের সাথে CO_2 ত্যাগ করে যা ঐ স্থানের তাপমাত্রা বাড়িয়ে দেয়। খোলা জায়গায় গেলে CO_2 বায়ুতে ছড়িয়ে যায় বলে তা বেশি তাপধারণ করতে পারে না। তাই আমরা ভিড় হতে খোলা জায়গায় গেলে শীতল অনুভব করি।

তাছাড়া খোলা জায়গায় আসার পর শরীর থেকে ঘাম বাষ্পীভূত হওয়ার সময় বাষ্পীভবনের সুপ্ততাপ শরীর থেকে বের হয়ে যায়।

প্রশ্ন ৪। কাচের গ্লাসে পানিতে বরফ দিলে গ্লাসের গায়ে বিন্দু বিন্দু পানি জমে কেন?

উত্তর : কাচের গ্লাসে পানিতে বরফ দিলে কাচের গ্লাসের পানির তাপমাত্রা কমে যায় এবং পরিবেশের তাপমাত্রার সাথে তারতম্যের সৃষ্টি হয়। কাচের গ্লাসের বাইরের দিকে বায়ু গ্লাসের সংস্পর্শে অবস্থান করে। বাইরের তাপের সাথে ভিতরের তাপের আদান-প্রদান হয়। বায়ু তাপ হারিয়ে ভেতরের পানির তাপমাত্রার সমান হতে চায়। অর্থাৎ সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করতে চায়। এমতাবস্থায় বায়ু তাপ হারিয়ে গ্লাসের গায়ে বিন্দু বিন্দু পানি জমে গ্লাসের গায়ে অবস্থান করে।

প্রশ্ন ৫। প্রেশার কুকারে তাড়াতাড়ি রান্না করা যায় কেন?

উত্তর : আমরা জানি, চাপের কারণে স্ফুটনাঙ্কের পরিবর্তন হয়। চাপ কম হলে স্ফুটনাঙ্ক কমে যায়, চাপ বেশি হলে স্ফুটনাঙ্ক বেড়ে যায়। প্রেসার কুকার আসলে একটি নিশ্ছিদ্র পাত্র। তাই রান্না করার সময় বাষ্প আবদ্ধ হয়ে চাপ বাড়িয়ে দেয় এবং সে কারণে পানির স্ফুটনাঙ্ক বেড়ে যায় বলে বেশি তাপমাত্রায় ফুটে। তাপমাত্রা বেশি হলে রান্নাও করা যায় তাড়াতাড়ি।

এজন্যই প্রেসার কুকারে তাড়াতাড়ি রান্না হয়।

পাঠ্যবইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক প্রশ্নের সমাধান

প্রশ্ন ১। বিজ্ঞানী সেলসিয়াস যে থার্মোমিটার প্রবর্তন করেছিলেন সেই থার্মোমিটারে বরফের গলনাঙ্ক ছিল 100°C, পানির বাষ্পীভবন ছিল 0°C। সেই থার্মোমিটারের কোনো তাপমাত্রায় সেলসিয়াস এবং ফারেনহাইট তাপমাত্রার সমান।

উত্তর : পানির বাষ্পীভবন ছিল 0°C

পানির বাষ্পীভবন ফারেনহাইটে 212°F

বরফের গলনাঙ্ক ছিল 100°C

বরফের গলনাঙ্ক ফারেনহাইটে 32°F

সূত্রানুসারে, $\frac{T_C - 100}{0 - 100} = \frac{T_F - 32}{212 - 32}$

যেহেতু, সেলসিয়াস ও ফারেনহাইটের তাপমাত্রা সমান

$\therefore \quad T_C = T_F$

বা, $\frac{T_C - 100}{-100} = \frac{T_C - 32}{180}$

বা, $\frac{T_C - 100}{-5} = \frac{T_C - 32}{9}$

বা, $9\,T_C - 900 = -5\,T_C + 160$

বা, $14\,T_C = 1060$

বা, $T_C = \frac{1060}{14} = 75.71\ °C$

অতএব, উল্লিখিত থার্মোমিটারটির 75.71°C তাপমাত্রায় সেলসিয়াস এবং ফারেনহাইট তাপমাত্রা সমান হবে।

প্রশ্ন ২। কোনো তাপমাত্রায় সোনার ঘনত্ব 0.001% কমে যাবে?

উত্তর : আমরা জানি, $\rho = \frac{m}{V}$

বা, $V = \frac{m}{\rho}$

পরিবর্তিত ঘনত্ব, $\rho' = \frac{m}{V'}$

$\therefore \quad V' = \frac{m}{\rho'}$

$\rho' = \rho - \rho$-এর $0.001\% = \rho - \rho \times (1 \times 10^{-5}) = 0.99999\,\rho$

$V' = V(1 + \gamma\Delta T)$

বা, $\frac{m}{\rho'} = \frac{m}{\rho}(1 + \gamma\Delta T)$

বা, $\frac{\rho}{\rho'} = 1 + \gamma\Delta T$

বা, $\frac{1\rho}{0.99999\,\rho} = 1 + \gamma\Delta T$

বা, $1.00001 = 1 + \gamma\Delta T$

বা, $\gamma\Delta T = 1.00001 \times 10^{-5}$

বা, $\Delta T = \frac{1.00001 \times 10^{-5}}{\gamma}$

$= \frac{1.00001 \times 10^{-5}}{3 \times 14 \times 10^{-6}}$

$= 0.2381\ °C$

সোনার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 14 \times 10^{-6}\ °C^{-1}$

$\therefore$ আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 3\alpha = 3 \times 14 \times 10^{-6}\ °C^{-1}$

$\therefore$ তাপমাত্রা 0.2381 °C বৃদ্ধিতে সোনার ঘনত্ব 0.001% হ্রাস পায়।

প্রশ্ন ৩। একটা উত্তপ্ত 1 g ওজনের লোহার টুকরা 30 °C তাপমাত্রায় 1 liter পানিতে ছেড়ে দেওয়ার পর পানির তাপমাত্রা 15 °C বেড়ে গেল। লোহার টুকরোটির তাপমাত্রা কত ছিল?

উত্তর : লোহার টুকরার ভর, $m_1 = 1\ g = 1 \times 10^{-3}\ kg$

লোহার আপেক্ষিক তাপ, $s_1 = 0.45 \times 10^3\ J/°C$

পানির ভর, $m_2 = 1\ L = 1\ kg$

পানির আপেক্ষিক তাপ, $s_2 = 4.2 \times 10^3\ J/°C$

পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta T = 15\ °C$

ধরি, লোহার টুকরার তাপমাত্রা $= T\ °C$

এখানে, মিশ্রণের তাপমাত্রা $= 30° + 15° = 45\ °C$

পানি কর্তৃক গৃহীত তাপ,

$$Q_2 = m_2 s_2 \Delta T = 1\ kg \times 4.2 \times 10^3\ J/°C \times 15\ °C = 63000\ J$$

লোহা কর্তৃক বর্জিত তাপ,

$$Q_1 = m_1 s_1 \Delta T$$
$$= 1 \times 10^{-3}\ kg \times 0.45 \times 10^3\ J/°C \times (T - 45)\ °C$$
$$= 0.45T - 20.25$$

$Q_1 = Q_2$

বা, $0.45T - 20.25 = 63000$

বা, $0.45T = 63020.25$

$\therefore\ T = 140045°C$

অতএব, লোহার টুকরাটির তাপমাত্রা ছিল 140045°C।

প্রশ্ন ৪। 0°C তাপমাত্রার 1 g বরফে প্রতি সেকেন্ডে 10 J করে তাপ প্রদান করা হলে কতক্ষণ পর পুরোটি বাষ্পীভূত হবে?

উত্তর : এখানে, 0°C তাপমাত্রা 1 g বরফকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে প্রয়োজনীয় তাপ Q_1 হলে,

$$Q_1 = mL_f = 1 \times 10^{-3}\ kg \times 334000\ JK^{-1} = 334\ J$$

আবার, 0°C তাপমাত্রার 1 g পানিকে 100°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে প্রয়োজনীয় তাপ Q_2 হলে,

$$Q_2 = ms\ (100 - 0)$$
$$= 1 \times 10^{-3}\ kg \times 4200 \times 100°C \quad [s = 4200\ Jkg^{-1}\ K^{-1}]$$
$$= 420\ J$$

100°C তাপমাত্রার পানিকে 100°C তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করতে প্রয়োজনীয় তাপ,

$$Q_3 = mL_v$$
$$= 0.001\ kg \times 2268000\ J$$
$$= 2268\ J$$

[এখানে, বাষ্পীভবনের সুপ্ততাপ $L_v = 2268000\ J\ kg^{-1}$]

$\therefore$ মোট তাপ, $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$

$$= 334\ J + 420\ J + 2268\ J = 3022\ J$$

পুরোটি বাষ্পীভূত হতে প্রয়োজনীয় সময় $= \frac{3022}{10}\ s = 302.2\ s$

অতএব, পুরোটি বাষ্পীভূত হতে প্রয়োজনীয় সময় 302.2 s।

প্রশ্ন ৫। একটি নিশ্ছিদ্র সিলিন্ডারে আবদ্ধ গ্যাসের তাপমাত্রা 30 °C থেকে বাড়িয়ে 100 °C করা হলে গ্যাসের চাপ কত শতাংশ বেড়ে যাবে?

উত্তর : এখানে, আদি চাপ, P_1

পরিবর্তিত চাপ, P_2

[এখানে, আবদ্ধ সিলিন্ডারে তাপমাত্রা বৃদ্ধি ঘটেছে, তাই আয়তন একই থাকবে।]

আমরা জানি, $PV = nRT$

$\therefore\ P_1V = nRT_1$ .... (i)

$P_2V = nRT_2$ .... (ii)

$\therefore$ (i) ÷ (ii) হতে পাই,

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

বা, $\frac{P_1}{P_2} = \frac{303}{373}$

$\therefore\ P_2 = \frac{373\ P_1}{303}$

এখানে,
$T_1 = 30°C = 30 + 273 = 303\ K$
$T_2 = 100°C = 100 + 273 = 373\ K$

চাপ বৃদ্ধি $= P_2 - P_1 = \frac{373\ P_1}{303} - P_1$

$$= \frac{70}{303} P_1$$

$$= 0.231\ P_1 = P_1 \text{ এর } 23.1\%$$

অতএব, গ্যাসের চাপ 23.1 শতাংশ বৃদ্ধি পায়।

1. দুটি বৈদ্যুতিক খুঁটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 30 m। খুঁটি দুটির সাথে 30.001 m দৈর্ঘ্যের তামার তার যেদিন সংযোগ দেওয়া হয় ঐ দিন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 30° C। তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $16.7 \times 10^{-6}\ K^{-1}$। শীতকালে যেদিন বায়ুর তাপমাত্রা 4° C হলো সেদিন তারটি ছিঁড়ে গেল।
   (ক) পানির ত্রৈধ বিন্দুর সংজ্ঞা দাও।
   (খ) দুটি বস্তুর তাপ সমান হলেও এদের তাপমাত্রা ভিন্ন হতে পারে কি? ব্যাখ্যা করো।
   (গ) বায়ুর তাপমাত্রাকে ফারেনহাইট স্কেলে প্রকাশ করো।
   (ঘ) তারটি ছিঁড়ে যাবার কারণ গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো।

2. দুটি ধাতব দণ্ডের দৈর্ঘ্য 6 m। একটির তাপমাত্রা 30^o C থেকে বাড়িয়ে 80^o C তাপমাত্রা পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হলে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেয়ে 6.0051 m হয়। অপর ধাতব দণ্ডের তাপমাত্রা 20^o C থেকে বাড়িয়ে 60^o C পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হলে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেয়ে 6.0041 m হয়। দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুনাঙ্ক α, ক্ষেত্র প্রসারণ গুনাঙ্ক β ও আয়তন প্রসারণ গুনাঙ্ক γ.
   (ক) দুটি বস্তুর মধ্যে তাপের আদান-প্রদান কিসের উপর নির্ভর করে?
   (খ) তাপমাত্রা ও তাপ কেন ভিন্ন লিখ।
   (গ) একটি ধাতব দণ্ডের তাপমাত্র 80^oC হলে সেটি কেলভিন স্কেলে কত?
   (ঘ) গাণিতিক ব্যাখ্যাসহ দণ্ড দুটির উপাদান সম্পর্কে মন্তব্য করো।

পাঠ্যবইয়ের সৃজনশীল সমাধান নং ১

(ক) যে তাপমাত্রায় পানি, তরল, কঠিন ও জলীয়বাষ্প রূপে সহ অবস্থান করে তাকে পানির ত্রৈধবিন্দু বলে।

(খ) দুটি বস্তুর তাপ সমান হলেও এদের তাপমাত্রা ভিন্ন হতে পারে। দুটি অসমান ভরের পানির পাত্রকে একই সময় ধরে তাপ দিলে দেখা যাবে বেশি ভরবিশিষ্ট পাত্রটির তাপমাত্রা কম। আবার একটি তামা ও লোহার দন্ডকে একই তাপ দিয়ে পরস্পরের সংস্পর্শে রাখলে দেখা যাবে তামা থেকে লোহা তাপ গ্রহণ করছে এবং তামা তাপ বর্জন করছে। অর্থাৎ তাপ সমান হওয়া সত্ত্বেও দুটি বস্তুর তাপমাত্রা আলাদা হয়।

(গ) আমরা জানি,

$\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9}$

$\Rightarrow \frac{30}{5} = \frac{F-32}{9}$

$\Rightarrow F - 32 = 54$

$\Rightarrow F = 86^0$

এখানে,

$C = 30^0$

$F = ?$

(ঘ) আমরা জানি,

$\Delta l = l_1 \alpha \Delta\theta$

$\Rightarrow l_1 - l_2 = l_1 \alpha \Delta\theta$

$\Rightarrow l_1 - l_1 \alpha \Delta\theta = l_2$

$\Rightarrow l_2 = l_1 - l_1 \alpha \Delta\theta$

এখানে,

$l_1 = 30.01$ m

$\Delta\theta = (30-4)^0C$

$= 26K$

$\alpha = 16.7 \times 10^{-6} K^{-1}$

$l_2 = ?$

$\Rightarrow l_2 = 30.01 - (30.01 \times 16.7 \times 10^{-6} \times 26)$

$\Rightarrow l_2 = 30.01 - 0.013030$

$\Rightarrow l_2 = 29.99$ m

$\because l_1 > l_2$

অর্থাৎ তারটি আগের তুলনায় ছোট হওয়ায় কারণে তারটি ছিঁড়ে যায়।

পাঠ্যবইয়ের সৃজনশীল সমাধান নং ২ (ঘ)

ঘ প্রথম দণ্ডের ক্ষেত্রে, আদি দৈর্ঘ্য, $L_1 = 6$ m

পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য, $L_2 = 6.0051$ m

আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 30$ °C

পরিবর্তিত তাপমাত্রা, $T_2 = 80$ °C

প্রথম দণ্ডের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ α_1 হলে,

আমরা জানি, $\alpha_1 = \frac{L_2 - L_1}{L_1(T_2 - T_1)}$

$= \frac{6.0051 - 6}{6 \times (80 - 30)} = \frac{0.0051}{6 \times 50} = 1.7 \times 10^{-5}\ K^{-1}$

$\therefore$ এর ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ হবে, $\beta_1 = 2\alpha_1 = 2 \times 1.7 \times 10^{-5}$

$= 3.4 \times 10^{-5}\ K^{-1}$.

এবং আয়তন প্রসারণ সহগ হবে,

$\gamma_1 = 3\alpha_1 = 3 \times 1.7 \times 10^{-5}\ K^{-1} = 5.1 \times 10^{-5}\ K^{-1}$

২য় দণ্ডের ক্ষেত্রে, আদি দৈর্ঘ্য, $L_1 = 6$ m

পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য, $L_2 = 6.0041$ m

আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 20$ °C

পরিবর্তিত তাপমাত্রা, $T_2 = 60$ °C

২য় দণ্ডের দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক α_2 হলে,

আমরা জানি, $\alpha_2 = \frac{L_2 - L_1}{L_1(T_2 - T_1)}$

$= \frac{6.0041 - 6}{6 \times (60 - 20)} = \frac{0.0041}{6 \times 40} = 1.7083 \times 10^{-5}\ K^{-1}$

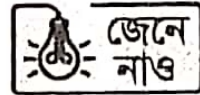
$\therefore$ এক্ষেত্রে ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ হবে, $\beta = 2\alpha = 2 \times 1.7083 \times 10^{5}$

$= 3.41667 \times 10^{-5}\ K^{-1}$

এক্ষেত্রে, আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্ক হবে, $\gamma_2 = 3\alpha_2$

$= 3 \times 1.7083 \times 10^{-5}$

$= 5.1249 \times 10^{-5}\ K^{-1}$

এখানে, দেখা যাচ্ছে যে, ১ম দণ্ডের দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক ও ক্ষেত্র প্রসারণ গুণাঙ্ক ও আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্ক ২য় দণ্ডের দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক, ক্ষেত্র প্রসারণ গুণাঙ্ক ও আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্ক প্রায় সমান। অতএব, দণ্ড দুটি একই উপাদানের তৈরি বলা যায়।

জেনে নাও $L_2 - L_1 = \Delta L$, $A_2 - A_1 = \Delta A$, $V_2 - V_1 = \Delta V$, $T_2 - T_1 = \Delta T$ দ্বারা যথাক্রমে দৈর্ঘ্য পরিবর্তন, ক্ষেত্র পরিবর্তন, আয়তন পরিবর্তন ও তাপমাত্রার পরিবর্তন বুঝায়।

৫ অধ্যায়ের : অনুধাবন "খ" ক্যাটাগরি প্রশ্ন :

১/ অবস্থার পরিবর্তনের ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় তাপ তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে না কেন?

অথবা,

অবস্থার পরিবর্তন ঘটার জন্য সুপ্ত তাপের প্রয়োজন হয় কেন?

২/ পরম শূন্য তাপমাত্রা বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা কর?

৩/ স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপ প্রসারণ সহগ বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা কর?

৪/ পানির ব্যতিক্রমী প্রসারণ বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা কর?

৫/ পদার্থের অবস্থার পরিবর্তন বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা কর?

৬/ বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ 336000 Jkg^{-1} বলতে কী বুঝ ব্যাখ্যা কর?

৭/ বাষ্পীভবন বলতে কি বুঝ? ব্যাখ্যা করো।

৮/ পানির বাষ্পীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ 2268000 J/kg বলতে কি বুঝ?

৯/ স্বতঃবাষ্পীভবন ও স্ফুটন কী? ব্যাখ্যা কর?

১০/ স্ফুটনাঙ্কের সাথে চাপের সাথে সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর?

১১/ দুটি বরফের টুকরাকে একত্রে নিয়ে ধীরে ধীরে চাপ দিলে এরা জোড়া লেগে যায় কেন? ব্যাখ্যা কর?

১২/ ৭ °c তাপমাত্রার পানির ঘনত্ব সবচেয়ে বেশি? ব্যাখ্যা কর?

১৩/ বায়বীয় পদার্থের আয়তন চাপের উপর নির্ভরশীল কেন? ব্যাখ্যা কর?

১৪/ তাপ প্রয়োগের ফলে কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় কেন? ব্যাখ্যা কর?

১৫/ তরল পদার্থের প্রকৃত প্রসারণ সহগের সাথে আপাত প্রসারণ সহগে সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর?

১৬/ শীত প্রধান দেশে পানির পাইপ ফেটে যায় কেন? ব্যাখ্যা কর?

১৭/ পাহাড় চূড়ায় রান্না করা কষ্ট সাধ্য কেন? ব্যাখ্যা কর?

১৮/ কোনো বস্তুর তাপ ধারন ক্ষমতা 18000 JK^{-1} বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা কর?

১৯/ ঋতু পরিবর্তনে স্থলভাগের বিস্তীর্ণ অঞ্চলের তাপমাত্রার তুলনায় দ্বীপাঞ্চলে তাপমাত্রার পরিবর্তন হয় অনেক কম হয় কেন ব্যাখ্যা কর?

২০/ কোনো বস্তুতে অন্তর্নিহিত তাপশক্তির পরিমাণ কোন কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে ব্যাখ্যা কর?

২১/ পানির আপেক্ষিক তাপ বেশি হওয়া সুবিধা ও গুরুত্ব ব্যাখ্যা কর?

প্রশ্ন- ১। অবস্থার পরিবর্তনের ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় তাপ তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে না কেন ?

উত্তর : পদার্থের অবস্থার পরিবর্তন ঘটার জন্য সুপ্ততাপের প্রয়োজন হওয়ার কারণ

একটি বিশেষ অবস্থায় পদার্থের অণুগুলো নিয়মিতভাবে সাজানো থাকে। তাপ প্রয়োগে অণুগুলো নিজ নিজ অবস্থানে থেকে দ্রুত কাঁপতে থাকে ফলে গতিশক্তি বৃদ্ধির কারণে তাপমাত্রা বেড়ে যায়। কিন্তু যখন পদার্থটি তার অবস্থার পরিবর্তন করতে শুরু করে তখন অণুগুলোর নিয়মিত জ্যামিতিক সজ্জা ভেঙ্গো ফেলতে শক্তির প্রয়োজন হয়।তাপই এই শক্তি সরবরাহ করে। তাই পদার্থের অবস্থার পরিবর্তনের ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় তাপ তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে না।

প্রশ্ন- ২। পরম শূন্য তাপমাত্রা বলতে কি বুঝ ? [রা: বো: ২০০৪; ঢা: বো: ২০০৩, ২০০০; য: বো: '৯৯,২০০০; রা: বো: '৯৯]

উত্তর : পরম শূন্য তাপমাত্রা

স্থির চাপে একটি নির্দিষ্ট ভরের কোন গ্যাসের তাপমাত্রা ক্রমশ কমাতে থাকলে, যে তাপমাত্রায় এর আয়তন তাত্ত্বিকভাবে শূন্য হয় ও গ্যাসের গতিশক্তি সম্পূর্ণরূপে লোপ পায় এবং যে তাপমাত্রার নিচে আয়তন ঋণাত্মক হয় তাকে পরম শূন্য তাপমাত্রা বলে।

ব্যাখ্যা : স্থির চাপে যদি $0°C$ তাপমাত্রার কোন নির্দিষ্ট ভরের একটি গ্যাসের আয়তন V_o হয় এবং $t°C$ তাপমাত্রায় আয়তন V_t হয় তবে, চার্লসের সূত্রানুসারে, $V_t = V_o\left(1+\frac{t}{273}\right)$.

এই সূত্রে $t = -273°C$ বসালে $V_t = 0$ হয়। এইজন্য $-273°C$ তাপমাত্রাকে পরম শূন্য তাপমাত্রা বলে। তাপমাত্রার কেলভিন স্কেলে $-273°C$ কে শূন্য ধরা হয়। কাজেই $0\ K$ হল পরম শূন্য তাপমাত্রা।

প্রশ্ন-৩। স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপ প্রসারণ-সহগ বলতে কি বুঝ ? [য: বো: ২০০১]

উত্তর : স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপ প্রসারণ-সহগ (γ_v)

সংজ্ঞা : 0°C তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের 1Pa চাপের কোন গ্যাসের আয়তন স্থির রেখে এর তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করলে ঐ গ্যাসের চাপ যতটুকু বৃদ্ধি পায় তাকে স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপ প্রসারণ-সহগ বলে।

ব্যাখ্যা : 0°C তাপমাত্রার নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ p_o এবং আয়তন স্থির রেখে এর তাপমাত্রা $\Delta\theta$ বৃদ্ধি করলে এর চাপের প্রসারণ ΔP হলে,

স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপ প্রসারণ-সহগ, $\gamma_v = \dfrac{\Delta P}{P_0 \, \Delta\theta}$

একক : K^{-1}

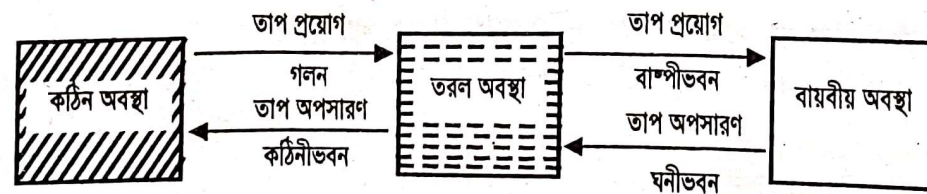
প্রশ্ন-৪। পানির ব্যতিক্রমী প্রসারণ বলতে কি বুঝ ? [য: বো: ২০০৩; সি: বো: ২০০১; চ: বো:, ঢা: বো: ২০০২]

উত্তর : পানির ব্যতিক্রমী প্রসারণ

0°C হতে 4°C পর্যন্ত পানির প্রসারণ তরল পদার্থের প্রসারণের সাধারণ নিয়মানুসারে তাপ প্রয়োগে আয়তনের প্রসারণ না হয়ে বরং কমে। এই কারণে 0°C হতে 4°C পর্যন্ত পানির প্রসারণ তথা আয়তন পরিবর্তনের এই ব্যতিক্রমকে তার ব্যতিক্রমী প্রসারণ বলে।

প্রশ্ন-৫। অবস্থার পরিবর্তন বলতে কি বুঝ ?

উত্তর : অবস্থার পরিবর্তন

তাপ প্রয়োগ করে অথবা তাপ অপসারণ করে কোন পদার্থকে এক অবস্থা থেকে অন্য অবস্থায় রূপান্তর করা যায়, একে পদার্থের অবস্থার পরিবর্তন বলে।

চিত্র ঃ পদার্থের অবস্থার পরিবর্তন

প্রশ্ন-৬। বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ 336000 J kg^{-1} বলতে কি বুঝ ? [য: বো: ২০০৪; কু: বো: ২০০৩]

উত্তর : বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ 336000 J kg^{-1} অর্থ

বরফ গলনের সুপ্ততাপ 336000 J kg^{-1} বলতে বোঝা যায় যে, 0°C তাপমাত্রার 1 kg বরফকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে 336000 J তাপের প্রয়োজন হয়। অন্য কথায়, 0°C তাপমাত্রার m kg ভরের বরফকে 0°C তাপমাত্রার তরল পানিতে পরিণত করতে যদি Δθ পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তবে, $\frac{\Delta\theta}{m} = 3.36 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1} = \ell_f$.

প্রশ্ন ৭ বাষ্পীভবন বলতে কি বুঝ ? ব্যাখ্যা করো।

উত্তর : বাষ্পীভবন

কোন পদার্থের তরল অবস্থা থেকে বায়বীয় অবস্থায় পরিবর্তনকে বাষ্পীভবন বলে।

বাষ্পীভবন দুটি প্রক্রিয়ায় হয়ে থাকে –

১। তাপ প্রয়োগে একটি নির্দিষ্ট উষ্ণতায় তরলের সকল স্থান থেকে বাষ্পীভবন ঘটে;

২। যে কোন উষ্ণতায় তরলের উপরিতল থেকে ধীরে ধীরে বাষ্পীভবন ঘটে।

প্রশ্ন ৮ পানির বাষ্পীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ 2268000 J kg^{-1} বলতে কি বুঝ ?

উত্তর : পানির বাষ্পীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ 2268000 J kg^{-1} বলতে বোঝায় 100°C তাপমাত্রার 1 kg পানিকে 100°C তাপমাত্রার জলীয় বাষ্পে পরিণত করতে 2268000 J তাপের প্রয়োজন হয়।

প্রশ্ন ৯। স্বতঃবাষ্পীভবন ও স্ফুটন কি ? [কু: বো: ২০০৪; য: বো: ২০০০; রা: বো: ২০০১]

উত্তর : স্বতঃবাষ্পীভবন

সংজ্ঞা : যে কোন তাপমাত্রায় তরলের উপরিতল থেকে ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণত হওয়ার ঘটনাকে স্বতঃবাষ্পীভবন বলে।

উদাহরণ : পুকুরের পানি কমে যাওয়া, ভিজা কাপড় রোদে দিলে শুকিয়ে যাওয়া ইত্যাদি স্বতঃবাষ্পীভবনের জন্য হয়।

স্ফুটন

তাপ প্রয়োগ করে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তরলের সকল স্থান থেকে দ্রুত বাষ্পে পরিণত করার পদ্ধতিকে বা ঘটনাকে স্ফুটন বলে।

উদাহরণ : পানিকে উত্তপ্ত করলে 100°C উষ্ণতায় স্ফুটন শুরু হয়। ফলে ঐ উষ্ণতায় পানির সকল স্থান থেকে বাষ্প নির্গত হয়।

প্রশ্ন ১০। স্ফুটনাঙ্কের সংজ্ঞা দাও। স্ফুটনাঙ্কের সাথে চাপের সম্পর্ক কি ?
[চ: বো: ২০০২, ঢা: বো: ২০০৩; য: বো: ২০০২, ২০০১; রা: বো: ২০০০]

উত্তর : স্ফুটনাঙ্ক

সংজ্ঞা : স্বাভাবিক বা প্রমাণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে যে নির্দিষ্ট উষ্ণতায় কোন তরলের স্ফুটন আরম্ভ হয় অর্থাৎ তরল ফুটতে থাকে তাকে ঐ তরলের স্ফুটনাঙ্ক বলে। ঐ উষ্ণতায় তরল দ্রুত বাষ্পে পরিণত হতে শুরু করে। যতক্ষণ পর্যন্ত না সম্পূর্ণ তরল বাষ্পে পরিণত হয়,ততক্ষণ পর্যন্ত তরলের উষ্ণতার কোন পরিবর্তন ঘটে না।

উদাহরণ : তাপ প্রয়োগে স্বাভাবিক চাপে 100°C তাপমাত্রায় পানির স্ফুটন শুরু হয় অর্থাৎ পানির স্ফুটনাঙ্ক 100°C.

স্ফুটনাঙ্কের সাথে চাপের সম্পর্ক

তরলের উপর চাপ বাড়ালে তরলের স্ফুটনাঙ্ক বাড়ে এবং চাপ কমালে তরলের স্ফুটনাঙ্ক কমে।

উদাহরণ : রান্না করার সময় ঢাকনা দিয়ে হাড়ির মুখ বন্ধ করে চাপ বাড়ানো হয়। ফলে বর্ধিত চাপে হাড়ির পানি 100°C থেকে বেশি তাপমাত্রায় ফুটতে থাকে অর্থাৎ স্ফুটনাঙ্ক বেড়ে যায় এবং রান্না তাড়াতাড়ি হয়।

প্রশ্ন ১১ দুই টুকরো বরফ এক সাথে চেপে ধরলে জোড়া লেগে যায় কেন ? [ব: বো: ২০০৩]

উত্তর : পুনঃশিলীভবনের জন্য দুই টুকরো বরফকে এক সাথে চেপে ধরলে জোড়া লেগে যায়।

ব্যাখ্যা : যখন বরফ টুকরা দুটির উপর চাপ দেয়া হয় তখন এদের সংযোগস্থলে গলনাঙ্ক 0°C এর নিচে নেমে আসে। কিন্তু সংযোগস্থলের তাপমাত্রা 0°C থাকায় ঐ জায়গার বরফ গলে যায়। এখন যেই চাপ অপসারণ করা হয় তখন গলনাঙ্ক আবার 0°C-এ চলে আসে ফলে সংযোগস্থলের বরফগলা পানি জমাট বেঁধে টুকরা দুটিকে জুড়ে দেয়। এভাবে চাপ দিয়ে কঠিন বরফকে তরলে পরিণত করা ও চাপ হ্রাস ক.র আবার কঠিন অবস্থায় আনাকে পুন:শিলীভবন বলে।

প্রশ্ন-১২ 4°C তাপমাত্রায় পানির ঘনত্ব সবচেয়ে বেশি, এর অর্থ কি ? [কু: বো: ২০০৩; য: বো: '৯৯]

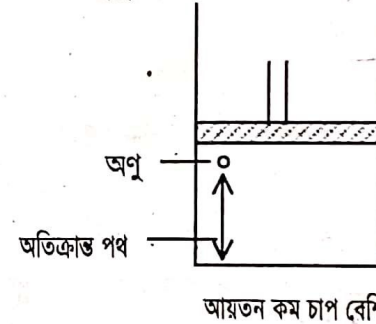
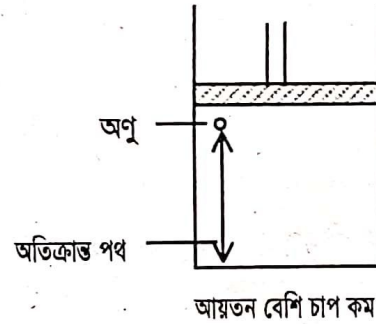
উত্তর : 4°C তাপমাত্রায় পানির ঘনত্ব সবচেয়ে বেশি।

ব্যাখ্যা : আমরা জানি, তরল পদার্থে তাপ প্রয়োগ করলে তার আয়তন বাড়ে, তাপ অপসারণ করলে আয়তন কমে কিন্তু পানির ক্ষেত্রে এর ব্যতিক্রম দেখা যায়। 0°C তাপমাত্রায় পানিকে উত্তপ্ত করলে প্রথমে তার আয়তন না বেড়ে কমতে থাকে। 4°C তাপমাত্রা পর্যন্ত এই প্রক্রিয়া চলতে থাকে। এর পর তাপমাত্রা আরো বাড়ালে সাধারণ নিয়মানুসারে আয়তন বাড়তে থাকে। কাজেই 4°C তাপমাত্রায় পানির আয়তন সর্বাপেক্ষা কম হয়। আবার, আমরা জানি অর্থাৎ আয়তন কমলে ঘনত্ব বাড়ে। কাজেই 4°C তাপমাত্রায় পানির ঘনত্ব সর্বাপেক্ষা বেশি হবে।

প্রশ্ন-১৩ বায়বীয় পদার্থের আয়তন চাপের উপর নির্ভরশীল কেন ? [ঢা: বো: ২০০৪]

উত্তর : কোন বায়বীয় পদার্থ আবদ্ধ পাত্রে রাখলে তা পাত্রের আকার ও আয়তন লাভ করে। গ্যাসীয় অণুগুলো পাত্রের মধ্যে বিরামহীন ও সম্পূর্ণ এলোমেলোভাবে ছুটাছুটি করে। এ অণুগুলোর গতির জন্য পাত্রের উপর একটি নির্দিষ্ট চাপ সৃষ্টি হয়। স্থির উষ্ণতায় ঐ গ্যাসের আয়তন (বা পাত্রের আয়তন) কমালে অণুগুলোর অতিক্রান্ত পথ ছোট হয়ে যায়।

আয়তন বেশি চাপ কম

আয়তন কম চাপ বেশি

এ অবস্থাতে গ্যাসের অণুর গতি কমে না; কিন্তু পাত্রের দেয়ালে গ্যাসের অণুগুলোর ধাক্কার সংখ্যা বেড়ে যায়। ফলে আবদ্ধ পাত্রে গ্যাসের চাপ বাড়ে। অর্থাৎ আয়তন কমালে চাপ বাড়ে। একইভাবে আয়তন বাড়ালে চাপ কমে।

বিপরীতক্রমে বলা যায়, চাপ বাড়ালে আয়তন কমে বা চাপ কমালে আয়তন বাড়ে। অর্থাৎ চাপের উপর বায়বীয় পদার্থের আয়তন নির্ভরশীল।

স্থির তাপমাত্রায় (T) নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন (V) চাপের (P) ব্যাস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

$\therefore V \propto \frac{1}{p}$; যখন T স্থির থাকে।

প্রশ্ন-১৪। তাপ প্রয়োগের ফলে কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় কেন ?

উত্তর : তাপ প্রয়োগের ফলে কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়।

কারণ : তাপ প্রয়োগে কঠিন বস্তু উত্তপ্ত হয় এবং বস্তুটির প্রত্যেক অণুর তাপশক্তি তথা গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। ফলে অণুগুলো স্পন্দিত হতে থাকে এবং এক সময় অণুগুলো সাম্যাবস্থা থেকে সরে যাবার সময় টান অনুভব করে। দুই অণুর মধ্যে দূরত্ব সাম্যাবস্থার তুলনায় যদি কমে যায় তাহলে বিকর্ষণ বল দ্রুত বৃদ্ধি পায়। কিন্তু এদের মধ্যে দূরত্ব সাম্যাবস্থার তুলনায় বৃদ্ধি পেলে আকর্ষণ বল তত দ্রুত বৃদ্ধি পায় না। ফলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবার ফলে জমাট বস্তুর মধ্যে অণুগুলো যখন ছুটাছুটি করে তখন একই শক্তি নিয়ে ভিতর দিকে যতটা সরে আসতে পারে, বাইরের দিকে তার চেয়ে বেশি সরে যেতে পারে। এর ফলে প্রত্যেক অণুর গড় সাম্যাবস্থান বাইরের দিকে সরে যায় এবং বস্তুটি তাপে প্রসারণ লাভ করে।

প্রশ্ন-১৫। তরল পদার্থের প্রকৃত প্রসারণ-সহগের সাথে আপাত প্রসারণ-সহগের সম্পর্ক কি ?

উত্তর : তরল পদার্থকে কোন না কোন পাত্রে রেখে উত্তপ্ত করা হয়। ফলে তরল পদার্থে তাপ প্রয়োগ করলে তরলের সাথে পাত্রও প্রসারিত হয়। পাত্রের প্রসারণের উপর ভিত্তি করে তরলের দুই প্রকার প্রসারণ পাওয়া যায়। যথা–

১। প্রকৃত প্রসারণ ও

২। আপাত প্রসারণ।

হিসাব করে দেখানো যায় যে কোন তরলের আপাত প্রসারণ-সহগের সাথে পাত্রের উপাদানের আয়তন প্রসারণ-সহগ যোগ করলেই প্রকৃত প্রসারণ-সহগ পাওয়া যায়।

সুতরাং, প্রকৃত প্রসারণ-সহগ = আপাত প্রসারণ-সহগ + পাত্রের উপাদানের আয়তন প্রসারণ-সহগ

প্রশ্ন-১৬ শীতের দেশে পানির পাইপ ফেটে যায় কেন ?

উত্তর : শীতের দেশে পানির পাইপ ফেটে যেতে পারে।

কারণ : আমরা জানি, পানি বরফে পরিণত হলে এর আয়তন বাড়ে। 1 লিটার পানি বরফে পরিণত হলে এর আয়তন $\frac{12}{11}$ লিটার হয়।

শীতের দেশে যখন অত্যধিক শীতে বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রা 0°C এর নিচে নেমে আসে তখন পানির কঠিনীভবন তথা বরফে পরিণত হওয়ার জন্য আয়তন বেড়ে গেলে পাইপের উপর প্রচণ্ড চাপ পড়ে তাতে পাইপ ফেটে যায়।

প্রশ্ন-১৭ পাহাড়ের চূড়ায় রান্না করা দুরূহ-ব্যাখ্যা কর। [চ: বো: ২০০০; সকল বো: '৯৮]

উত্তর : উঁচু পাহাড়ের উপর রান্না করা অসুবিধাজনক অর্থাৎ রান্না করতে বেশি সময় প্রয়োজন হয়।

কারণ : আমরা জানি, তরলের উপর চাপ কমলে স্ফুটনাঙ্ক কমে। এই জন্য পাহাড়ের উপর চাপ কম বলে স্ফুটনাঙ্ক কম হয় এবং রান্নার জন্য ব্যবহৃত পানি কম তাপমাত্রায় ফুটতে শুরু করে; কিন্তু, মাছ, মাংস, ডিম প্রভৃতি দ্রুত সিদ্ধ হয় না। মাছ, মাংস, ডিম প্রভৃতি সুসিদ্ধ হওয়ার জন্য যে তাপের প্রয়োজন হয়, পানি কম তাপমাত্রায় ফুটে বাষ্পীভূত হতে বাষ্পীভবনের সুপ্ততাপ গ্রহণ করে বলে মাছ, মাংস সেই পর্যাপ্ত তাপ পায় না, ফলে সুউচ্চ পাহাড় বা পর্বতের উপর রান্না করা দুরূহ হয়ে পড়ে।

প্রশ্ন১৮ কোন বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা 18000 JK^{-1} এর অর্থ কি ?

উত্তর : কোন বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা 18000 JK^{-1} এর অর্থ হচ্ছে –

i) বস্তুটির তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে 18000 J তাপের প্রয়োজন হবে।

ii) বস্তুর ভর এবং আপেক্ষিক তাপের গুণফলের মান হবে 18000 JK^{-1}.

প্রশ্ন১৯। ঋতু পরিবর্তনে স্থলভাগের বিস্তীর্ণ অঞ্চলের তাপমাত্রার পরিবর্তনের তুলনায় দ্বীপ অঞ্চলের তাপমাত্রার পরিবর্তন অনেক কম হয় কেন ? ব্যাখ্যা কর। [ঢা: বো: ২০০৪]

উত্তর : পানির আপেক্ষিক তাপ অনেক বেশি 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$ এবং মাটির আপেক্ষিক তাপ প্রায় 800 $Jkg^{-1}K^{-1}$। অর্থাৎ নির্দিষ্ট পরিমাণ মাটির তাপমাত্রা 1K বাড়াতে যে তাপের প্রয়োজন হয়, তার সমপরিমাণ পানির তাপমাত্রা 1K বাড়াতে তার পাঁচগুণের চেয়েও বেশি তাপের প্রয়োজন হয়। আবার 1 K তাপমাত্রা কমানোর জন্য মাটির চেয়ে পানিকে অনেক বেশি তাপ বর্জন করতে হয়। এর ফলে স্থলভাগের চেয়ে সামুদ্রিক অঞ্চলের তাপমাত্রা অনেক ধীরে ধীরে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়। যেহেতু দ্বীপগুলো পানি দ্বারা বেষ্টিত থাকে, তাই ঋতু পরিবর্তনে স্থলভাগের বিস্তীর্ণ অঞ্চলের তাপমাত্রার পরিবর্তনের তুলনায় দ্বীপ অঞ্চলের তাপমাত্রার পরিবর্তন অনেক কম হয়।

প্রশ্ন২০ কোন বস্তুতে অন্তর্নিহিত তাপশক্তির পরিমাণ কোন্ কোন্ বিষয়ের উপর নির্ভর করে উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : কোন বস্তুতে অন্তর্নিহিত তাপশক্তির পরিমাণ নিম্নোক্ত তিনটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে।

বস্তুর ভর : একই পদার্থের বিভিন্ন ভরের বস্তুর তাপমাত্রা সমপরিমাণ বৃদ্ধি করতে বিভিন্ন পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয়। এক কাপ পানি গরম করতে যে তাপশক্তির প্রয়োজন হয়, তার চেয়ে অনেক বেশি তাপশক্তির প্রয়োজন হয় এক কেতলি পানি গরম করতে।

বস্তুর উপাদান : সমভরের বিভিন্ন উপাদানের বস্তুর সমপরিমাণ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণ বিভিন্ন হয়। এক কিলোগ্রাম অ্যালুমিনিয়ামের তাপমাত্রা একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ বৃদ্ধি করতে যে তাপের প্রয়োজন হয়, এক কিলোগ্রাম পানির তাপমাত্রা ঐ একই পরিমাণ বৃদ্ধি করতে প্রায় পাঁচ গুণ বেশি তাপের দরকার হয়।

তাপমাত্রা বৃদ্ধি : একই বস্তুর (ভর ও উপাদান একই) তাপমাত্রা বিভিন্ন পরিমাণ বৃদ্ধির জন্য বিভিন্ন পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয়। কোন একটি বস্তুর তাপমাত্রা 1 K বা 1°C বাড়াতে যে তাপ লাগে, তার তাপমাত্রা 10 K বা 10°C বাড়াতে দশ গুণ বেশি তাপের প্রয়োজন হয়।

প্রশ্ন২১ পানির আপেক্ষিক তাপ বেশি হওয়ার সুবিধা ও গুরুত্ব কি লিখ।

উত্তর : <u>পানির আপেক্ষিক তাপ বেশি হওয়ার সুবিধা ও গুরুত্ব</u>

পানির আপেক্ষিক তাপ অন্যান্য উপাদান বা পদার্থ থেকে বেশি হওয়ায় পানির মধ্যে তাপের পরিমাণ অন্যান্য পদার্থের চেয়ে অনেক বেশি থাকে। পানির এই ধর্মকে নানা রকম কাজে ব্যবহার করা হয়।

(i) শীতপ্রধান দেশে ঘর-বাড়ি গরম রাখার জন্য পাইপের ভিতর দিয়ে গরম পানির প্রবাহ পাঠানো হয়।

(ii) অন্যান্য পদার্থের তুলনায় পানি অনেক দেরিতে উত্তপ্ত হয়। অর্থাৎ পানিকে উত্তপ্ত করতে অনেক বেশি তাপ দিতে হয়। তাই গাড়ির ইঞ্জিনে পানি ব্যবহার করা হয়। এতে ইঞ্জিনের তাপ পানিতে সঞ্চিত হয়। ফলে গাড়ির ইঞ্জিন ঠাণ্ডা থাকে।

১০০% প্রস্তুতি উপযোগী অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

এসএসসি পরীক্ষার প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১। দুটি বস্তুর তাপমাত্রা সমান হলেও তাপ সমান নাও হতে পারে– ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. '১৯]

উত্তর : তাপমাত্রা হচ্ছে বস্তুর তাপীয় অবস্থা যা নির্ধারণ করে অন্য বস্তুর তাপীয় সংস্পর্শে আসলে বস্তুটি তাপ গ্রহণ করবে না বর্জন করবে। আর তাপ হচ্ছে বস্তুর একপ্রকার শক্তি। তাপ বস্তুর ভর, আপেক্ষিক তাপ এবং তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে। অর্থাৎ তাপ কেবল তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে না বিধায় দুটি বস্তুর তাপমাত্রা সমান হলেও তাপ সমান নাও হতে পারে।

প্রশ্ন ২। ঘর্মাক্ত দেহে পাখার বাতাস ঠান্ডা অনুভূত হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. '২০; সি. বো. '১৭; ব. বো. '১৭]

উত্তর : ঘর্মাক্ত অবস্থায় চলন্ত ফ্যানের নিচে বসলে ঠান্ডা লাগে। এর কারণ হলো ফ্যানের নিচে বসলে ফ্যানের বাতাসে শরীরের ঘাম বাষ্পে পরিণত হওয়া শুরু করে। এজন্য প্রয়োজনীয় সুপ্ততাপ শরীরের মধ্য থেকে সরবরাহ হয় বলে শরীরের তাপমাত্রা কমে যায় এবং ঠান্ডা অনুভূত হয়।

প্রশ্ন ৩। একটি গ্লাস ও একটি বালতির ভিতরে একই পরিমাণ পানি রাখলে কোনটির পানি দ্রুত বাষ্পায়িত হবে? [ঢা. বো. '২০]

উত্তর : পানির বাষ্পায়ন এর উষ্ণতা–এর উপর বায়ুর চাপ, বায়ুর শুষ্কতা, পানির উপরিতলের ক্ষেত্রফল ইত্যাদির উপর নির্ভর করে। একই পরিমাণ পানি গ্লাসে ও বালতিতে রাখলে বালতির পানির উপরিতলের ক্ষেত্রফল বেশি বলে বালতির পানির বাষ্পায়ন দ্রুত হবে।

প্রশ্ন ৪। প্রেসার কুকারে রান্না করলে সময় কম লাগে কেন?

[য. বো. '২০; দি. বো. '২০]

উত্তর : আমরা জানি, চাপের কারণে স্ফুটনাঙ্কের পরিবর্তন হয়। চাপ কম হলে স্ফুটনাঙ্ক কমে যায়, চাপ বেশি হলে স্ফুটনাঙ্ক বেড়ে যায়। প্রেসার কুকার আসলে একটি নিশ্ছিদ্র পাত্র। তাই প্রেসার কুকারে রান্না করার সময় বাষ্প আবদ্ধ হয়ে চাপ বাড়িয়ে দেয় এবং স্ফুটনাঙ্ক বৃদ্ধির কারণে খাদ্য সামগ্রী বেশি তাপমাত্রায় ফুটে। এজন্যই প্রেসার কুকারে রান্না করলে সময় কম লাগে। অর্থাৎ রান্না তাড়াতাড়ি হয়।

প্রশ্ন ৫। বায়বীয় পদার্থের বেলায় আপাত এবং প্রকৃত প্রসারণের মধ্যে পার্থক্য নেই কেন? ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. '২০]

উত্তর : তরলের ন্যায় বায়বীয় পদার্থকে কোনো না কোনো পাত্রে রেখে তাপ দিতে হয়। কিন্তু তাপমাত্রার এই পরিবর্তনের জন্য বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ, প্রাত্রের প্রসারণের চেয়ে অনেক বেশি হওয়ায় পাত্রের প্রসারণকে উপেক্ষা করা যায়। ফলে বায়বীয় পদার্থের ক্ষেত্রে প্রকৃত ও আপাত প্রসারণের মধ্যে তেমন কোনো পার্থক্য থাকে না।

প্রশ্ন ৬। কোনো বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা কোন কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

[সি. বো. '২০]

উত্তর : কোনো বস্তুর তাপমাত্রা এক একক বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বলে। তাপধারণ ক্ষমতা বস্তুর উপাদান এবং ভরের উপর নির্ভরশীল। নির্দিষ্ট বস্তুর উপাদান নির্দিষ্ট থাকে। তাই নির্দিষ্ট বস্তুর ভর বাড়ালে বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন ৭। স্ফুটন ও বাষ্পায়নের একটি ব্যাখ্যামূলক পার্থক্য লিখ। [ব. বো. '২০]

উত্তর : স্ফুটন ও বাষ্পায়নের একটি ব্যাখ্যামূলক পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো−

১. তাপ প্রয়োগে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তরলের সকল স্থান থেকে দ্রুত বাষ্পে পরিণত হওয়ার ঘটনাকে স্ফুটন বলে। আবার, যেকোনো তাপমাত্রায় তরলের শুধুমাত্র উপরিতল থেকে ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়াকে বাষ্পায়ন বলে।

p.t.o

২. স্ফুটনের জন্য চাপ অত্যাবশ্যক হলেও বাষ্পায়নে বাষ্পকে শীতল করে তরলে পরিণত করা হয়।
৩. স্ফুটনের ক্ষেত্রে অণুসমূহ পৃষ্ঠতল ত্যাগ করে না কিন্তু বাষ্পায়নের ক্ষেত্রে অণুসমূহ পৃষ্ঠতল ত্যাগ করে।

প্রশ্ন ৮। জ্বর গায়ে জলপট্টি দিলে তাপমাত্রা হ্রাস পায় কেন? ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. '২০]

উত্তর : জ্বর গায়ে জলপট্টি দিলে তাপমাত্রা হ্রাস পায়, কারণ– জ্বর হলে শরীরের তাপমাত্রা বেড়ে যায় অপরপক্ষে জলপট্টির তাপমাত্রা কম থাকে ফলে জলপট্টি দিলে শরীর তাপ হারায় এবং জলপট্টি তাপ গ্রহণ করে। শরীর তাপ হারায় বলে তাপমাত্রা হ্রাস পায়।

প্রশ্ন ৯। অবস্থার পরিবর্তনের সময় বস্তু তাপ গ্রহণ করলেও তাপমাত্রার পরিবর্তন ঘটে না কেন? [ঢা. বো. '১৯]

উত্তর : অবস্থা পরিবর্তনের সময় বস্তু তাপ গ্রহণ করলে তাপ বস্তুর কণাগুলোর মধ্যকার আন্তঃআণবিক বন্ধন ভাঙতে কাজ করে। বন্ধন ভেঙে গেলে তখন বস্তু এক অবস্থা থেকে অন্য অবস্থায় রূপান্তরিত হয়। এজন্য অবস্থা পরিবর্তনের সময় বস্তু তাপ গ্রহণ করলে তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন ঘটে না।

প্রশ্ন ১০। বাষ্পায়নে শীতলতার উদ্ভব হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. '১৯]

উত্তর : যে কোনো তাপমাত্রায় তরলকে বাষ্পে পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়াকে বাষ্পায়ন বলে। বাষ্পায়নের সময় তরল তার আশেপাশের জায়গা থেকে সুপ্ততাপ গ্রহণ করে বাষ্পে পরিণত হয়। বাষ্পায়নের সময় আশে পাশের জায়গা তাপ হারানোর কারণে আশেপাশে তাপমাত্রা হ্রাস পায় অর্থাৎ আশপাশ শীতল হয়। অতএব, বলা যায় বাষ্পায়নে শীতলতার উদ্ভব হয়।

প্রশ্ন ১১। ভেজা মেঝে শুকানোর জন্য ফ্যান চালানো হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. '১৯]

উত্তর : ভেজা মেঝো শুকানোর জন্য ফ্যান চালানো হয় কারণ– আমাদের চারপাশের বাতাস জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত না থাকলে তা আরও জলীয়বাষ্প ধারণ করতে পারে। ফ্যান চালালে আশে পাশের বাতাস ভেজা মেঝের পানির সংস্পর্শে আসে এবং সেখান থেকে পানি জলীয় বাষ্প হিসেবে শোষণ করে ফলে ভেজা মেঝে দ্রুত শুকায়।

প্রশ্ন ১২। বাতাসের জলীয় বাষ্পের পরিমাণ কীভাবে বাষ্পায়ন নিয়ন্ত্রণ করে–ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. '১৯]

উত্তর : যেকোনো তাপমাত্রায় তরলের শুধুমাত্র উপরিতল থেকে ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়াকে বাষ্পায়ন বলে। বাতাসে জলীয় বাষ্পের উপস্থিতি যত বেশি হয়, বাষ্পায়ন তত কম হয় এবং জলীয় বাষ্পের উপস্থিতি কম থাকলে বাষ্পায়ন বেশি হয়। এভাবেই বাতাসের জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বাষ্পায়ন নিয়ন্ত্রণ করে।

প্রশ্ন ১৩। ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ 11×10^{-6} K^{-1} বলতে কী বুঝায়? [সকল বোর্ড '১৮]

উত্তর : ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ 11×10^{-6} K^{-1} বলতে বুঝায় 1 m দৈর্ঘ্যের কোনো ইস্পাত খণ্ডের তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করলে তার দৈর্ঘ্য 11×10^{-6} m বৃদ্ধি পাবে।

প্রশ্ন ১৪। চাপ, পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম– ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. '১৭]

উত্তর : তাপমাত্রার তারতম্যের জন্য পদার্থের যে ধর্ম নিয়মিতভাবে পরিবর্তিত হয় এবং এ পরিবর্তন লক্ষ করে সহজ ও সূক্ষ্মভাবে তাপমাত্রা নিরূপণ করা যায় সেই ধর্মই পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম। চাপ পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম। কারণ তাপমাত্রার হ্রাস বৃদ্ধিতে গ্যাসীয় পদার্থের চাপের হ্রাস বৃদ্ধি ঘটে।

প্রশ্ন ১৫। একই উচ্চতাবিশিষ্ট একটি বড় পাত্র ও একটি ছোট পাত্রে সমপরিমাণ পানি রাখলে, কোন পাত্রের পানি দ্রুত বাষ্পায়িত হবে এবং কেন? [চ. বো. '১৬]

উত্তর : বাষ্পায়ন তরলের উপরিতলের ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করে। অর্থাৎ তরল যে পাত্রে রাখা হবে সে পাত্রের ক্ষেত্রফল বেশি হলে বাষ্পায়ন দ্রুত হবে এবং ক্ষেত্রফল কম হলে বাষ্পায়ন ধীরে হবে। একই উচ্চতাবিশিষ্ট বড় পাত্রের ক্ষেত্রফল ছোট পাত্রের ক্ষেত্রফল অপেক্ষা বেশি। এজন্য একই উচ্চতাবিশিষ্ট একটি বড় পাত্র ও একটি ছোট পাত্রে সমপরিমাণ পানি রাখলে বড় পাত্রের পানি দ্রুত বাষ্পায়িত হবে।

প্রশ্ন ১৬। রুপার আপেক্ষিক তাপ **230 J kg^{-1} K^{-1}** বলতে কী বোঝায়? [ঢ. বো. '১৫; সি. বো. '১৬]

উত্তর : রুপার আপেক্ষিক তাপ 230 J kg^{-1} K^{-1} বলতে বুঝায়–

১. 1 kg ভরের রুপার তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করতে 230 J তাপ লাগে।

২. 1 kg ভরের রুপার তাপধারণ ক্ষমতা 230 J K^{-1}।

প্রশ্ন ১৭। তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে পদার্থের প্রসারণ ঘটে কেন? [ব. বো. '১৬]

উত্তর : তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে কোনো বস্তুর অণুগুলো যখন কাঁপতে থাকে তখন অণুগুলো একই শক্তি নিয়ে ভিতর দিকে যতটা সরে আসতে পারে বাইরের দিকে তার চেয়ে বেশি সরে যেতে পারে। ফলে প্রত্যেক অণু গড় সাম্যাবস্থান থেকে বাইরের দিকে সরে যায়। এ কারণেই তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে পদার্থের প্রসারণ ঘটে।

প্রশ্ন ১৮। রেল লাইনে যেখানে দুটি লোহার বার মিলিত হয় সেখানে ফাঁক থাকে কেন? [কু. বো. '১৫]

উত্তর : আমরা জানি, ঘর্ষণের ফলে তাপ উৎপন্ন হয় এবং তাপ প্রয়োগে কঠিন, তরল ও বায়বীয় সবধরনের পদার্থ প্রসারিত হয়। অতএব, ট্রেন চলার সময় ঘর্ষণের ফলে উৎপন্ন তাপে বা সূর্যের তাপে রেললাইন প্রসারিত হয়। রেল লাইনে যেখানে দুটি লোহার বার মিলিত হয় সেখানে তাই ফাঁকা রাখা হয় যাতে রেললাইন প্রসারণের জন্য জায়গা পায়। এরূপ ফাঁকা না রাখলে রেল লাইন বেঁকে গিয়ে দুর্ঘটনা ঘটার সম্ভাবনা থাকে।

● শীর্ষস্থানীয় স্কুলসমূহের টেস্ট পরীক্ষার প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১৯। আপেক্ষিক তাপ বলতে কী বোঝায়?

[আইডিয়াল স্কুল অ্যান্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]

উত্তর : 1 kg ভরের বস্তুর তাপমাত্রা 1 K বাড়ালে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর আপেক্ষিক তাপ বলে। আপেক্ষিক তাপকে s দ্বারা প্রকাশ করা হয়। যেমন– কোনো বস্তুর তাপ ধারণ ক্ষমতা C, শোষিত তাপ Q, তাপমাত্রার পরিবর্তন ΔT এবং ভর m হলে,

আপেক্ষিক তাপ, $s = \frac{C}{m}$

$$= \frac{1}{m}\left(\frac{Q}{\Delta T}\right) \quad [\because C = \frac{Q}{\Delta T}]$$

$$= \frac{Q}{m\Delta T}$$

প্রশ্ন ২০। –274 F কে সেলসিয়াস স্কেলে রূপান্তর কর।

[ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ, ঢাকা]

উত্তর : এখানে, ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা, $T_F = 274\ °F$

সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা, $T_c = ?$

আমরা জানি, $\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$

বা, $T_C = \frac{5(T_F - 32)}{9} = \frac{5(-274 - 32)}{9}$

$\therefore \quad T_C = -170\ °C$

প্রশ্ন ২১। 0 °C তাপমাত্রার বরফ 0 °C তাপমাত্রার পানি অপেক্ষা অধিক শীতল কেন? ব্যাখ্যা কর। [রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]

উত্তর : 0 °C তাপমাত্রার পানি অপেক্ষা 0 °C তাপমাত্রার বরফ অধিক শীতল, কারণ আমরা জানি, পানিকে বরফ করতে প্রথম 0 °C তাপমাত্রার পানি 0 °C তাপে বরফে পরিণত করা হয়। অতঃপর 0 °C তাপমাত্রার বরফ যে কোণ ঋণাত্মক তাপমাত্রার বরফে পরিণত করতে হয়। তাই পানি হতে ঋণাত্মক তাপমাত্রার বরফে পরিণত করতে পানিকে তাপ বর্জন করতে হয় এইভাবেই পানিকে বরফে পরিণত করা হয়। তাই 0 °C তাপমাত্রার পানিতে যে তাপমাত্রা থাকে 0 °C তাপমাত্রার বরফে তার থেকে কম তাপমাত্রা থাকে। তাই বরফ পানি অপেক্ষা বেশি শীতল অনুভূত হয়।

প্রশ্ন ২২। গরমের দিনে মাটির কলসির পানি ঠান্ডা থাকে কেন– ব্যাখ্যা কর। [ভিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

উত্তর : বাষ্পায়নের সময় পদার্থ তরল হতে গ্যাসীয় অবস্থায় রূপান্তরিত হয়। এ রূপান্তরের জন্য যে পরিমাণ সুপ্ততাপের প্রয়োজন হয় তরল পদার্থ তা বস্তু ঐ তরল সংলগ্ন বস্তু থেকে সংগ্রহ করে। মাটির কলসির মধ্যে অতি সূক্ষ্ম ছিদ্র থাকে। এ ছিদ্র দিয়ে পানি বাষ্পায়নের সময় মাটির কলসি তার প্রয়োজনীয় সুপ্ততাপ ভিতরের পানি থেকে গ্রহণ করে। ফলে পানির তাপমাত্রা কমে যায়। এজন্য গরমের দিনে মাটির কলসির পানি ঠান্ডা থাকে।

প্রশ্ন ২৩। পানির আপেক্ষিক তাপ 4200 J kg^{-1} K^{-1} বলতে কী বুঝায়? [ভিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

উত্তর : পানির আপেক্ষিক তাপ 4200 J kg^{-1} K^{-1} বলতে যা বোঝায় তা নিম্নরূপ–

১. 1 kg পানির তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে 4200 J তাপের প্রয়োজন।

২. 1 kg ভরের পানির তাপধারণ ক্ষমতা 4200 J K^{-1}।

প্রশ্ন ২৩। পানির আপেক্ষিক তাপ 4200 J kg^{-1} K^{-1} বলতে কী বুঝায়? [ভিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

উত্তর : পানির আপেক্ষিক তাপ 4200 J kg^{-1} K^{-1} বলতে যা বোঝায় তা নিম্নরূপ–

১. 1 kg পানির তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে 4200 J তাপের প্রয়োজন।

২. 1 kg ভরের পানির তাপধারণ ক্ষমতা 4200 J K^{-1}।

প্রশ্ন ২৪। পারদকে তাপমাত্রিক পদার্থ বলা হয় কেন?

[ফরিদপুর জিলা স্কুল, ফরিদপুর]

উত্তর : তাপমাত্রার তারতম্যের জন্য পদার্থের যে ধর্ম নিয়মিতভাবে পরিবর্তিত হয় এবং পরিবর্তন লক্ষ করে সহজ ও সূক্ষ্মভাবে তাপমাত্রা নিরূপণ করা যায় সেই ধর্মই পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম। পারদকে তাপমাত্রিক ধর্ম বলা হয়। কারণ পারদ থার্মোমিটারের ক্ষেত্রে কৈশিক নলের ভেতরে রক্ষিত পারদ নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্য নির্দেশ করে। এজন্যে পারদ তাপমাত্রিক পদার্থ।

প্রশ্ন ২৫। গ্রীষ্মকালে পুকুরের উপরের পানি উষ্ণ হলেও নিচের পানি শীতল থাকে কেন? ব্যাখ্যা কর। [মনিপুর উচ্চ বিদ্যালয় ও কলেজ, ঢাকা]

উত্তর : গ্রীষ্মকালে পুকুরের উপরের পানি উষ্ণ হলেও নিচের পানি শীতল থাকে। কারণ গ্রীষ্মে সূর্যের তাপে পুকুরের পানি গরম হয়ে পানির ঘনত্ব কমে যায়। ফলে পানি তুলনামূলকভাবে হালকা হয়ে যায় এবং উপরেই থেকে যায়। আর নিচের পানি তুলনামূলকভাবে শীতল থাকে বলে এর ঘনত্ব বেশি থাকে এবং ভারী থাকে বলে নিচেই থেকে যায়।

প্রশ্ন ২৬। এক ডিগ্রী সেলসিয়াস ও এক ডিগ্রী ফারেনহাইট এক নয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [সাভার ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, সাভার]

উত্তর : এক ডিগ্রি সেলসিয়াস ও এক ডিগ্রি ফারেনহাইট এক নয়। কারণ, ডিগ্রি সেলসিয়াসে এক একক ফারেনহাইট স্কেলে এক এককের 1.8 গুণ। অন্যভাবে বলা যায়, বস্তুর প্রতি এক ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা পরিবর্তনে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয়, প্রতি এক ডিগ্রি ফারেনহাইট তাপমাত্রা পরিবর্তনে তারচেয়ে কম তাপের প্রয়োজন হয়। তাই এক ডিগ্রি সেলসিয়াস ও এক ডিগ্রি ফারেনহাইট এক নয়।

প্রশ্ন ২৮। IPS এ মাঝে মাঝে পানি দিতে হয় কেন?

[কুমিল্লা মডার্ন হাই স্কুল, কুমিল্লা]

উত্তর : আই. পি. এস-এর ব্যাটারিকে সঞ্চয়ী কোষ বলে। এ ব্যাটারিতে মাঝে মাঝে পানি দিতে হয় কারণ এ সকল ব্যাটারিতে সালফিউরিক এসিড থাকে। এ এসিডের ঘনত্ব 1.5×10^3 kg m^{-3} থেকে 1.3×10^3 kg m^{-3}। এ ঘনত্ব বেশি হলে কোষটি নষ্ট হয়ে যায়। এ জন্য মাঝে মাঝে প্রয়োজনীয় পানি দিয়ে ঘনত্ব ঠিক রাখতে হয়।

প্রশ্ন ২৯। বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ 334000 J kg^{-1} বলতে কী বুঝ?

[কুমিল্লা শিক্ষাবোর্ড মডেল কলেজ, কুমিল্লা]

উত্তর : বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ 334000 J kg^{-1} বলতে বুঝায় 0 °C তাপমাত্রার 1 kg বরফকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে 334000 J তাপের প্রয়োজন হয়।

প্রশ্ন ৩০। সীসার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ 55.2×10^{-6} K^{-1} বলতে কী বুঝ?

[বাংলাদেশ মহিলা সমিতি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয় ও কলেজ, চট্টগ্রাম]

উত্তর : সীসার ক্ষেত্রপ্রসারণ সহগ 55.2×10^{-6} K^{-1} বলতে বুঝায় $1m^2$ ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট সীসার কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে এর ক্ষেত্রফল 55.2×10^{-6} m^2 বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন ৩১। 'ঘূর্ণিঝড়ের বিধ্বংসী শক্তির অন্যতম উৎস হলো বাষ্পীভবনের সুপ্ততাপ'— ব্যাখ্যা কর। [জালালাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

উত্তর : পানি তাপ গ্রহণ করে বাষ্পে পরিণত হয়। এ তাপকে বাষ্পীভবনের সুপ্ত তাপ বলা হয়। এ সময় তাপ প্রয়োগে তাপমাত্রার পরিবর্তন হয় না বলে একে সুপ্ত তাপ বলে। ঘূর্ণিঝড়ের সময় চাপের তারতম্যের ফলে এ বাষ্প প্রবল বেগে ছুটে। তখন সুপ্ত তাপ হিসাবে বাষ্পের মধ্যে পুঞ্জিভূত শক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। অতএব, বলা যায়, ঘূর্ণিঝড়ের বিধ্বংশী শক্তির অন্যতম উৎস হলো বাষ্পীভবনের সুপ্ত তাপ।

প্রশ্ন ৩২। সীসার আপেক্ষিক তাপ 130 J kg^{-1} K^{-1} বলতে কী বুঝ?

[বরিশাল জিলা স্কুল, বরিশাল]

উত্তর : সিসার আপেক্ষিক তাপ 130 J kg^{-1} K^{-1} বলতে বুঝায়—

১. 1 kg ভরের সিসার তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করতে 130 J তাপ লাগে।

২. 1 kg ভরের সিসার তাপধারণ ক্ষমতা 130 J K^{-1}।

প্রশ্ন ৩৩। সেন্টিগ্রেড ও কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রার পার্থক্যের মান একই হবে কেন? [বরিশাল সরকারি বালিকা মাধ্যমিক বিদ্যালয়, বরিশাল]

উত্তর : সেন্টিগ্রেড স্কেলের নিম্নস্থিরাঙ্ক 0°C এবং উর্ধ্বস্থিরাঙ্ক 100°C অন্যদিকে কেলভিন স্কেলের নিম্নস্থিরাঙ্ক 273.15 K এবং উর্ধ্বস্থিরাঙ্ক 373.15 K অর্থাৎ সেন্টিগ্রেড স্কেলের মৌলিক ব্যবধান 100 এবং কেলভিন স্কেলের মৌলিক ব্যবধানও 100। উভয় স্কেলের মৌলিক ব্যবধান সমান হওয়ায় তাপমাত্রার পার্থক্যের মানও একই হয়।

প্রশ্ন ৩৪। কখন নির্দিষ্ট বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়? ব্যাখ্যা কর।

[বরিশাল ক্যাডেট কলেজ, বরিশাল]

উত্তর : কোনো বস্তুর তাপমাত্রা এক একক বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বলে। তাপধারণ ক্ষমতা বস্তুর উপাদান এবং ভরের উপর নির্ভরশীল। নির্দিষ্ট বস্তুর উপাদান নির্দিষ্ট থাকে। তাই নির্দিষ্ট বস্তুর ভর বাড়ালে বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন ৩৫। দুটি বৈদ্যুতিক খুঁটির মাঝের তারকে টান টান করে সংযোগ দেওয়া হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর। [ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, সৈয়দপুর]

উত্তর : দুটি বৈদ্যুতিক খুঁটির মাঝের তারকে টান টান করে সংযোগ দেওয়া হয় না। কারণ, শীতকালে তাপমাত্রা হ্রাস পেলে তার সংকুচিত হতে চাইবে। তখন প্রচণ্ড টান উদ্ভব হওয়ায় তার ছিঁড়ে যেতে পারে।

প্রশ্ন ৩৬। তামার আয়তন প্রসারণ সহগ $50.1 \times 10^{-6}\ K^{-1}$ বলতে কী বুঝায় ব্যাখ্যা কর। [রংপুর জিলা স্কুল, রংপুর]

উত্তর : আমরা জানি, আয়তন প্রসারণ-সহগ,

$$\gamma = \frac{\text{আয়তন প্রসারণ}}{\text{আদি আয়তন} \times \text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি}}$$

বা, $\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1(T_2 - T_1)}$

যদি $V_1 = 1\ m^3$ এবং $T_2 - T_1 = 1\ K$ হয়, তবে $\gamma = V_2 - V_1$

অর্থাৎ, তামার আয়তন প্রসারণ-সহগ $50.1 \times 10^{-6}\ K^{-1}$ বলতে বোঝায় $1\ m^3$ আয়তনবিশিষ্ট তামার কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করলে এর আয়তন $50.1 \times 10^{-6}\ m^3$ বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন ৩৭। গ্যাসীয় পদার্থের অণুর বিভব শক্তি নেই কেন? [রংপুর জিলা স্কুল, রংপুর]

উত্তর : গ্যাসীয় অণুসমূহের মধ্যে কোনো আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল নেই বললেই চলে। গ্যাসীয় পদার্থের অণুগুলো অক্রম গতিতে গতিশীল থাকে ফলে অণুসমূহ নির্দিষ্ট বিন্যাসে সজ্জিত না থেকে বিভিন্ন দিক বিন্যাসে গতিশীল থাকে। তাই এক্ষেত্রে অণুসমূহের মধ্যকার গতিশক্তি থাকে শুধু বিভবশক্তি থাকে না।

প্রশ্ন ৩৮। একই পরিমাণ তাপ প্রয়োগে বিভিন্ন বস্তুর প্রসারণ ভিন্ন ভিন্ন হয় কেন?

উত্তর : তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে কোনো বস্তুর অণুগুলো যখন কাঁপতে থাকে তখন অণুগুলো একই শক্তি নিয়ে ভিতর দিকে যতটা সরে আসতে পারে বাইরের দিকে তার চেয়ে বেশি সরে যেতে পারে। ফলে প্রত্যেক অণু গড় সাম্যাবস্থান থেকে বাইরের দিকে সরে যায়। এ কারণেই তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে পদার্থের প্রসারণ ঘটে। তবে তাপ প্রয়োগে কঠিন পদার্থের প্রসারণ সবচেয়ে কম এবং বায়বীয় পদার্থের প্রসরণ সবচেয়ে বেশি ঘটে। কারণ কঠিন পদার্থের অণুসমূহের আন্ত আনবিক শক্তি সবচেয়ে বেশি এবং বায়বীয় পদার্থের অণুসমূহের আন্তঃআণবিক শক্তি সবচেয়ে কম। এজন্যই একই পরিমাণ তাপ প্রয়োগে বিভিন্ন বস্তুর প্রসারণ বিভিন্ন হয়।

প্রশ্ন ৩৯। কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

উত্তর : কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য প্রসারণ তিনটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে। যথা–

১. আদি দৈর্ঘ্য,

২. তাপমাত্রা বৃদ্ধি,

৩. পদার্থের উপাদান তথা দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ।

প্রশ্ন ৪০। কোনো পাত্রে তরল পদার্থ রেখে তাপ দিলে প্রথমে তরল স্তম্ভ কিছুটা নিচে নেমে আসে কেন?

উত্তর : তাপ প্রয়োগ করলে তরল পদার্থের আয়তন বাড়ে। কিন্তু, কোনো পাত্রে রেখে তাপ প্রয়োগ করলে পাত্রটি প্রথমে প্রসারিত হয়। এ প্রসারণের ফলে পাত্রের আয়তন বেড়ে যায় কিন্তু তরল প্রথমে প্রসারিত হয় না। এ কারণে প্রথমদিকে তরলের স্তর কিছুটা নিচে নেমে আসে।

প্রশ্ন ৪১। বোতলের ছিপি খুলতে একে গরম করা হয় কেন?

উত্তর : ধাতুর প্রসারণ সহগ কাচের প্রসারণ সহগের চেয়ে বেশি বলে একই তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বোতলের মুখের চেয়ে ধাতুর ছিপি বেশি প্রসারিত হয়। ফলে তাপ দিয়ে সামান্য উত্তপ্ত করলে এটি সহজে খুলে যায়।

প্রশ্ন ৪২। দেখাও যে, $V_2 = V_1 + \gamma V_1 (T_2 - T_1)$ যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।

উত্তর : একক আয়তনের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা একক বৃদ্ধিতে এর আয়তনের যে বৃদ্ধি ঘটে তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের আয়তন প্রসারণ সহগ (γ) বলে। এখন, প্রাথমিক ও চূড়ান্ত তাপমাত্রা যথাক্রমে T_1 ও T_2 এবং প্রাথমিক ও চূড়ান্ত আয়তন যথাক্রমে V_1 ও V_2 হলে, γ-এর সংজ্ঞানুসারে সমীকরণটি দাঁড়ায়–

$$\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1 (T_2 - T_1)}$$

বা, $V_2 - V_1 = \gamma V_1 (T_2 - T_1)$

$\therefore$ $V_2 = V_1 + \gamma V_1 (T_2 - T_1)$ (দেখানো হলো)

প্রশ্ন ৪৩। আয়তন একটি তাপমাত্রিক ধর্ম ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : তাপমাত্রার তারতম্যের জন্য পদার্থের যে ধর্ম নিয়মিতভাবে পরিবর্তিত হয় এবং এ পরিবর্তন লক্ষ করে সহজ ও সূক্ষ্মভাবে তাপমাত্রা নিরূপণ করা যায় সেই ধর্মই পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম। আয়তন পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম কারণ তাপমাত্রার হ্রাস-বৃদ্ধিতে পদার্থের আয়তনের হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটে।

প্রশ্ন ৪৪। পিতলের কলসী অপেক্ষা মাটির কলসীর পানি ঠান্ডা লাগে কেন?

উত্তর : বাষ্পায়নের সময় পদার্থ তরল হতে গ্যাসীয় অবস্থায় রূপান্তরিত হয়। এ রূপান্তরের জন্য যে পরিমাণ সুপ্ততাপের প্রয়োজন হয় তরল পদার্থ তা ঐ তরল সংলগ্ন বস্তু থেকে সংগ্রহ করে। মাটির কলসির মধ্যে অতি সূক্ষ্ম ছিদ্র থাকে। এ ছিদ্র দিয়ে পানি বাষ্পায়নের সময় মাটির কলসি তার প্রয়োজনীয় সুপ্ততাপ ভিতরের পানি থেকে গ্রহণ করে। ফলে পানির তাপমাত্রা কমে যায়। অন্যদিকে পিতলের কলসীতে অতি সূক্ষ্ম ছিদ্র থাকে না। তাই বাষ্পায়নের সময় পিতলের কলসী প্রয়োজনীয় সুপ্ততাপ গ্রহণ করতে পারে না। তাই পিতলের কলসী অপেক্ষা মাটির কলসীতে পানি ঠাণ্ডা থাকে।

প্রশ্ন ৪৫। শীতকালে পুকুরের পানি দ্রুত কমে যায় কেন?

উত্তর : শীতকালে পুকুরের পানি দ্রুত কমে যায় কারণ শীতকালে বায়ু শুষ্ক থাকে। যেকোনো তাপমাত্রায় তরলের শুধুমাত্র উপরিতল থেকে ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়াকে বাষ্পায়ন বলে। তরল পদার্থের উপরিতলের বাতাস যত শুষ্ক হবে অর্থাৎ বায়ুতে যত কম পরিমাণ জলীয় বাষ্প থাকবে বাষ্পায়ন তত দ্রুত হবে। এ কারণে শীতকালে, পুকুরের পানি দ্রুত কমে যায়।

প্রশ্ন ৪৬। মোম গলনের সময় তাপ দিলে তাপমাত্রার পরিবর্তন হয় কি না? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : তাপ প্রয়োগে কঠিন পদার্থকে তরলে পরিণত করাকে গলন বলে। সমস্ত পদার্থ না গলা পর্যন্ত এই তাপমাত্রা স্থির থাকে। অর্থাৎ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কঠিন পদার্থ গলতে শুরু করে সেই তাপমাত্রাই গলনাঙ্ক। যেহেতু মোম কঠিন পদার্থ তাই মোম গলনের সময় তাপ দিলে ও তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন হবে না।

প্রশ্ন ৪৭। স্থিরাঙ্ক বলতে কী বুঝ?

উত্তর : তাপমাত্রার স্কেল তৈরির জন্য দুটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রাকে স্থির ধরে নেওয়া হয়। এই তাপমাত্রা দুটিকে স্থিরাঙ্ক বলে। স্থিরাঙ্ক দুটি নিম্নস্থিরাঙ্ক ও উর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক। স্থিরাঙ্ক দুটির মধ্যবর্তী তাপমাত্রার মৌলিক ব্যবধানকে নানাভাবে ভাগ করে তাপমাত্রার বিভিন্ন স্কেল তৈরি করা হয়েছে।

কমনউপযোগী গ এবং ঘ ক্যাটাগরি :

'৬' অধ্যায় :৭ — সৃজনশীল : পদার্থবিজ্ঞান

১/ 0°c তাপমাত্রায় একটি পিতলের দন্ডের দৈর্ঘ্য 2 m। 100°c তাপমাত্রায় এর দৈর্ঘ্য 200.38 cm হলে পিতলের দৈর্ঘ্য প্রসারন সহগ কত?

২/ 0°c তাপমাত্রায় 100 cm লম্বা একটি অ্যালুমেনিয়াম পাতের তাপমাত্রা 200°c এ উন্নিত করা হলো। যদি অ্যালুমেনিয়ামএর দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $23.8 \times 10^{-6} K^{-1}$ হয় তবে পাতের দৈর্ঘ্য কত বৃদ্ধি পাবে?

৩/ 0°c ~~আমারপাত~~ তাপমাত্রায় তামারপাতের দৈর্ঘ্য 50 m এবং প্রস্থ 40 m। 30°c তাপমাত্রায় ঐ পাতের ক্ষেত্রফল 2002 m^2 হলে ক্ষেত্রপ্রসারন সহগ নির্ণয় কর?

৪/ 40°c তাপমাত্রার পরিবর্তনের জন্য 100 m লোহার রেললাইনের দৈর্ঘ্য কতটুকু বৃদ্ধি পাবে? [লোহার ~~দৈর্ঘ্য~~ আয়তন প্রসারন সহগ 34.8×10^{-6}]

৫/ 0°c তাপমাত্রায় একটি সিসার ব্লকের আয়তন 2.5×10^{-6} m^3 । 94°c তাপমাত্রায় এর আয়তন 0.022×10^{-6} m^3 বৃদ্ধি পায়। সিসার আয়তন, ক্ষেত্র ও দৈর্ঘ্য প্রসারন সহগের অনুপাত নির্ণয় কর ?

৬/ 0°c তাপমাত্রায় একটি সিসার ব্লকের আয়তন 25 cm^3 100°c তাপমাত্রায় এর আয়তন কত হবে ? [সিসার দৈর্ঘ্য প্রসারন সহগ 27.6×10^{-6} k^{-1}]

৭/ গ্লিসারিনের প্রকৃত প্রসারন সহগ 53×10^{-5} k^{-1}, 0°c তাপমাত্রায় 200 cm^3 গ্লিসারিনের তাপমাত্রা 30°c বাড়ালে এর প্রসারন কত হবে ?

৮) কোনো কাঁচ পাত্রে রাখা পারদের আপাত প্রসারন সহগ 17.66×10^{-5} k^{-1} এই পাত্রে রাখা 0°c তাপমাত্রার 250 cm^3 পারদের তাপমাত্রা 30°c তে উন্নিত করা হলে এর আপাত প্রসারন কত ?

১৯/ চাপ স্থির থেকে $0^\circ C$ তাপমাত্রায় $500\ cm^3$ গ্যাসের তাপমাত্রা $10^\circ C$ এ বৃদ্ধি করলে এর আয়তন $518.3\ cm^3$ হয়। গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর?

২০/ $0^\circ C$ তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের চাপ $76\ cm$ পারদচাপ হলে কত তাপমাত্রায় এর চাপ $89.91\ cm$ পারদ চাপ — কত হবে? [স্থির চাপে গ্যাসের চাপ প্রসারণ সহগ $0.00366\ K^{-1}$]

২১/ $20^\circ C$ তাপমাত্রার পরিবর্তনের জন্য $200\ m$ দৈর্ঘ্য লোহার রেললাইনের দৈর্ঘ্য কতটুকু বৃদ্ধি পাবে? [লোহার আয়তন প্রসারণ সহগ $34.8 \times 10^{-6}\ K^{-1}$]

২২/ $-275^\circ C$ তাপমাত্রাকে কেলভিন স্কেলে প্রকাশ কর?

২৩/ $100^\circ C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পিতলের একটি দণ্ডের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটে $0.38\ cm$। পিতলের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $19 \times 10^{-6}\ K^{-1}$ হলে এর আদি দৈর্ঘ্য কত ছিল?

২৪/ 0°c তাপমাত্রায় 1 m লম্বা একটি অ্যালুমিনিয়াম দন্ডের তাপমাত্রা 200 °c তাপমাত্রায় উন্নীত করলে এর দৈর্ঘ্য দ্বারায় বৃদ্ধিপেয়ে 1.00976 m হয়। অ্যালুমিনিয়ামের দৈর্ঘ্য প্রসারন সহগ নির্ণয় কর?

২৫/ 25 °c তাপমাত্রার একটি সিসার পাতের ক্ষেত্রফল 8 m^2। 200 °c তাপমাত্রায় এর ক্ষেত্রফল কত হবে? [সিসার ক্ষেত্রপ্রসারন সহগ $55 \times 10^{-6} K^{-1}$]

২৬/ 0°c তাপমাত্রায় 1 খন্ড তামার দৈর্ঘ্য 60 m ও প্রস্থ 50 m। 30°C তাপমাত্রায় সেই পাতের ক্ষেত্রফল 3003 m^2 হয়। তামার ক্ষেত্রপ্রসার সহগ নির্ণয় কর?

২৭/ 60 °c তাপমাত্রার পরিবর্তনের জন্য 200 m লোহার রেল লাইনের দৈর্ঘ্য কত টুকু বৃদ্ধি পাবে? [লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারন সহগ $11.6 \times 10^{-6} K^{-1}$]

২৮/ 0°C তাপমাত্রায় একটি সিসার আয়তন 20 cm^3। সিসার আয়তন প্রসারণ সহগ $82.8 \times 10^{-6}\ K^{-1}$ হলে 100°C তাপমাত্রায় সিসার বলের আয়তন কত হবে?

২৯/ 0°C তাপমাত্রায় 200 cm^3 গ্লিসারিনের তাপমাত্রা 30°C বাড়ালে এর আয়তন বৃদ্ধি পেয়ে 203.8 cm^3 হয় তবে গ্লিসারিনের প্রকৃত সহগ কত?

৩০/ 3 kg সিসার তাপমাত্রা 20°C বাড়াতে কত তাপের প্রয়োজন হবে? [সিসার আপেক্ষিক তাপ 130 $Jkg^{-1}K^{-1}$

৩১/ একটুকরা সিসার তাপমাত্রা 50°C এ উন্নীত করতে 19500 J তাপশক্তির প্রয়োজন হলে সীসার টুকরাটির ভর কত? [সীসার আপেক্ষিক তাপ 130 $Jkg^{-1}K^{-1}$]

২২/ 50 gm দস্তার তাপমাত্রা 20°C থেকে 100°C এ উন্নিত করতে 1520 J তাপশক্তি প্রয়োজন করতে হয়। দস্তার আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় করো?

২৩/ 23°C তাপমাত্রার 300 gm ভরের বেনজিনকে 8670 J তাপশক্তি প্রদান করলে এর তাপমাত্রা কত হবে? [বেনজিনের আপেক্ষিক তাপ 1700 $Jkg^{-1}K^{-1}$]

২৪/ 120°C তাপমাত্রার 100 gm ভরের একটা বস্তুকে 50 gm ভর বিশিষ্ট তামার পাত্রে 20°C তাপমাত্রার 300 gm পানির মধ্যে ডুবালে পানির চূড়ান্ত তাপমাত্রা 30°C এ পৌঁছায়, বস্তুটির উপাদানের আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় কর? [তামার আপেক্ষিক তাপ 400 $Jkg^{-1}K^{-1}$]

২৭/ 30°C তাপমাত্রার 200 gm ভরের বিশিষ্ট একটি কাঁচ পাত্রে 20 gm পানি আছে। 100°C তাপমাত্রার এক টুকরো লোহাকে ঐ পানিতে নিমজ্জিত করে খোলা ভাবে নাড়া হলে মিশ্রণের তাপমাত্রা 31.8°C হয়। কাঁচ ও লোহার আপেক্ষিক তাপ যথাক্রমে 670 $Jkg^{-1}K^{-1}$ এবং 460 $Jkg^{-1}K^{-1}$ হলে লোহার টুকরাটির ভর নির্ণয় কর?

২৮/ 100°C তাপমাত্রার 700 gm তামা 2 kg ভর বিশিষ্ট তামার পাত্রে 25°C তাপমাত্রার 1 kg পানির মধ্যে রাখা হলো। তামার আপেক্ষিক তাপ 400 $Jkg^{-1}K$ হলে মিশ্রণের তাপমাত্রা নির্ণয় কর?

২৯/ 0.2 kg ভরের একটি পিতলের বলকে একটি চুলা থেকে তুলে 25°C তাপমাত্রার 150 gm পানিতে ডুবানো হলো। পিতলের বল কর্তৃক বর্জিত সমস্ত তাপ পানি গ্রহণ করলে উভয়ের তাপমাত্রা 67°C এ পৌঁছায় তবে চুলার তাপমাত্রা নির্ণয় কর? [পিতলের আপেক্ষিক তাপ 380 $Jkg^{-1}K^{-1}$]

২৮/ 30°C তাপমাত্রার 200 gm রূপাকে সম্পূর্ণ গলাতে প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণ হিসাব কর যখন রূপার আপেক্ষিক তাপ, গলনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ এবং গলনাঙ্ক যথাক্রমে 230 $JKg^{-1}K^{-1}$, 105000 JKg^{-1} এবং 960°C?

২৯/ −10°C তাপমাত্রার 100 gm বরফকে 100°C তাপমাত্রায় পানিতে পরিণত করতে প্রয়োজনীয় তাপ বের কর? [বরফের আপেক্ষিক তাপ এবং গলনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ যথাক্রমে 2100 $JKg^{-1}K^{-1}$ এবং 33600 JKg^{-1}]

৩০/ সমান ভরের বরফ এবং ফুটন্ত পানি একত্রে মিশ্রিত করা হলো এতে সম্পূর্ণ বরফ পানিতে পরিণত হলো এবং মিশ্রণের তাপমাত্রা 10°C হলো। বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ বের কর?

৩২/ $-10°c$ তাপমাত্রায় 200 gm বরফ কে $0°c$ তাপমাত্রায় পানিতে পরিনত করতে প্রয়োজনীয় তাপ বের কর? [বরফের আপেক্ষিক তাপ এবং গলনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ যথাক্রমে $2100\ Jkg^{-1}k^{-1}$ এবং $33600\ Jkg^{-1}$]

৩৩/ $-10°c$ তাপমাত্রায় 1 kg বরফকে $100°c$ তাপমাত্রায় জলীয়বাষ্পে পরিণত করতে প্রয়োজনীয় তাপের পরিমান নির্ণয় কর? [বরফের আপেক্ষিক তাপ $2100\ Jkg^{-1}k^{-1}$, বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ $33600\ Jkg^{-1}$ এবং পানির বাষ্পীয় ভবনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ $2268000\ Jkg^{-1}$]

৩/৪ 1 kg বরফকে $30°c$ তাপমাত্রায় পানিতে পরিনত করতে কী পরিমান তাপ লাগবে? [বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ $336000\ Jkg^{-1}$ এবং পানির আপেক্ষিক তাপ $4200\ Jkg^{-1}k^{-1}$]

৩৪/ 200 gm ভর বিশিষ্ট অ্যালুমিনিয়ামের পাত্রের তাপমাত্রা 20 °c বাড়াতে 1800 J তাপ লাগে। অ্যালুমিনিয়ামের আপেক্ষিক তাপ কত?

৩৫/ 0 °c তাপমাত্রার 3 kg বরফকে বাষ্পে পরিণত করতে প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর? [বরফের আপেক্ষিক তাপ 2100 $Jkg^{-1}k^{-1}$]

৩৬/ 10 kg তামার তাপমাত্রা 30 °c বাড়াতে কত তাপ লাগবে? [তামার আপেক্ষিক তাপ 400 $Jkg^{-1}k^{-1}$]

৩৭/ 1 kg ভরের একটি লোহার টুকরার তাপমাত্রা 80 °c বৃদ্ধি করতে 38600 J তাপশক্তির প্রয়োজন হলে লোহার আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় কর?

৩৮/ 20 °c তাপমাত্রার 500 gm রুপাকে 400 J তাপশক্তি প্রদান করলে এর চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত হবে? [রুপার আপেক্ষিক তাপ 230 $Jkg^{-1}k^{-1}$]

৩৯/ একটি তামার ক্যালোরিমিটারের ভর 250 gm এবং উপাদানের আপেক্ষিক তাপ 400 $J kg^{-1} K^{-1}$ । ক্যালোরিমিটারের তাপমাত্রা 20°C হতে 70°C তে উন্নীত করতে হলে কতটুকু তাপের প্রয়োজন হবে?

৪০/ −10°C তাপমাত্রার 5 gm বরফের সাথে 40°C তাপমাত্রায় 20 gm পানি মেশালে মিশ্রণের চূড়ান্ত উষ্ণতা কত হবে? [বরফের আপেক্ষিক তাপ 2100 $J kg^{-1} K^{-1}$, বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ 33600 $J kg^{-1}$ এবং পানির আপেক্ষিক তাপ 4200 $J kg^{-1} K^{-1}$]

সমস্যা-১। 0°C তাপমাত্রার একটি পিতলের দণ্ডের দৈর্ঘ্য 2 m। 100°C তাপমাত্রায় এর দৈর্ঘ্য 200.38 cm হলে পিতলের দৈর্ঘ্য প্রসারণ-সহগ কত ?

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2$
$= (100-0)°C$
$= 100°C$
$= 100\ K$

আদি দৈর্ঘ্য, $\ell_0 = 2\ m$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta\ell = (200\cdot38 - 200)cm$
$= 0\cdot38cm$
$= 0\cdot38 \times 10^{-2}m$

বের করতে হবে, পিতলের দৈর্ঘ্য প্রসারণ-সহগ $\alpha = ?$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় :

সূত্রমতে,

$$\Delta\ell = \alpha\ell_0\Delta\theta$$

$$\therefore \alpha = \frac{\Delta\ell}{\ell_0\Delta\theta}$$

$$= \frac{0\cdot38 \times 10^{-2}m}{2m \times 100K}$$

$$= 19 \times 10^{-6}K^{-1}$$

পিতলের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $= 19 \times 10^{-6}K^{-1}$ Ans.

সমস্যা-২। 0°C তাপমাত্রার 100 cm লম্বা একটি এলুমিনিয়ামের পাত্রের তাপমাত্রা 200°C-এ উন্নীত করা হল। যদি এলুমিনিয়ামের দৈর্ঘ্য প্রসারণ-সহগ $23.8 \times 10^{-6}K^{-1}$ হয় তবে পাত্রের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি কত হবে ? [ঢা: বো: ২০০৩]

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (200 - 0)°C$
$= 200°C = 200\ K$

আদি দৈর্ঘ্য, $\ell_o = 100cm = 1m$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ-সহগ, $\alpha = 23.8 \times 10^{-6}K^{-1}$

বের করতে হবে, পাত্রের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta\ell = ?$

পাত্রের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি নির্ণয় :

সূত্রমতে, $\alpha = \dfrac{\Delta\ell}{\ell_o\Delta\theta}$

$$\therefore \Delta\ell = \alpha \times \ell_o \times \Delta\theta$$

$$= 23.8 \times 10^{-6}K^{-1} \times 1m \times 200\ K$$

$$= .00476m$$

$$= 0.476\ cm$$

∴ নির্ণেয় পাত্রের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি 0.476 cm. Ans.

সমস্যা-৩। 0°C তাপমাত্রায় এক খণ্ড তামার পাতের দৈর্ঘ্য 50 m এবং প্রস্থ 40 m. 30°C তাপমাত্রায় এই পাতের ক্ষেত্রফল হয় 2002 m^2। তামার ক্ষেত্র প্রসারণ-সহগ নির্ণয় কর।

[কু: বো: ২০০৪; সি: বো: ২০০১; ব: বো: ২০০২]

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (30 - 0)°C$
$= 30°C = 30\ K$

আদি ক্ষেত্রফল, $A_o = 50\ m \times 40\ m = 2000\ m^2$

ক্ষেত্র প্রসারণ, $\Delta A = 2002\ m^2 - 2000\ m^2 = 2\ m^2$

বের করতে হবে, ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = ?$

তামার ক্ষেত্র প্রসারণ-সহগ নির্ণয় :

সূত্রমতে, $\beta = \dfrac{\Delta A}{A_o\Delta\theta}$

$$\therefore \beta = \frac{2m^2}{2000m^2 \times 30K}$$

$$= 33.33 \times 10^{-6}K^{-1}$$

∴ নির্ণেয় তামার ক্ষেত্র প্রসারণ-সহগ
$33.33 \times 10^{-6}K^{-1}$. Ans.

সমস্যা-৪। 40°C তাপমাত্রার পরিবর্তনের জন্য 100 m লোহার রেল লাইনের দৈর্ঘ্য কতটুকু বৃদ্ধি পাবে ? লোহার আয়তন প্রসারণ-সহগ $34.8 \times 10^{-6}K^{-1}$.

[সি: বো:, রা: বো: ২০০৩; রা: বো: ২০০০ অনুরূপ, ব: বো: ২০০১]

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 40°C = 40\ K$

আদি দৈর্ঘ্য, $\ell_o = 100\ m$

আয়তন প্রসারণ-সহগ $\gamma = 34.8 \times 10^{-6}K^{-1}$

বের করতে হবে, দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta\ell = ?$

রেললাইনের লোহার পাতের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি নির্ণয় :

ধরি, লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $= \alpha$

এখন, দৈর্ঘ্য প্রসারণ-সহগ, $\alpha = \dfrac{\gamma}{3} = \dfrac{34.8\times10^{-6}}{3}K^{-1}$

$$= 11.6 \times 10^{-6}K^{-1}$$

সূত্রমতে, $\alpha = \dfrac{\Delta\ell}{\ell_o\Delta\theta}$

$$\Delta\ell = \alpha \times \ell_o \times \Delta\theta$$

$$= 11.6 \times 10^{-6}K^{-1} \times 100m \times 40\ K$$

$$= 0.0464\ m$$

∴ নির্ণেয় রেল লাইনে লোহার পাতের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি 0.0464 m.

Ans.

সমস্যা-৫। **0°C তাপমাত্রায় একটি সীসার গুলির আয়তন $2.5 \times 10^{-6} m^3$। 98°C তাপমাত্রায় এর আয়তন $0.021 \times 10^{-6} m^3$ বৃদ্ধি পায়। সীসার আয়তন, ক্ষেত্র ও দৈর্ঘ্য প্রসারণ-সহগ নির্ণয় কর।** [ঢা: বো:, য: বো: ২০০০]

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (98 - 0)°C$
$= 98°C = 98 K$

আদি আয়তন, $V_o = 2.5 \times 10^{-6} m^3$

আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V = 0.021 \times 10^{-6} m^3$

বের করতে হবে (i) আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = ?$

(ii) দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = ?$ এবং

(iii) ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = ?$

(i) আয়তন প্রসারণ সহগ নির্ণয় :

সূত্রমতে,

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta\theta}$$
$$= \frac{0.021 \times 10^{-6} m^3}{2.5 \times 10^{-6} m^3 \times 98K}$$
$$= 85.7 \times 10^{-6} K^{-1}$$

(ii) দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় :

সূত্রমতে,

$$\gamma = 3\alpha$$
$$\therefore \alpha = \frac{\gamma}{3}$$
$$= \frac{85.7 \times 10^{-6}}{3} K^{-1}$$
$$= 28.6 \times 10^{-6} K^{-1}$$

(iii) ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ নির্ণয় :

সূত্রমতে,

$$\beta = 2\alpha$$
$$= 2 \times 28.6 \times 10^{-6} K^{-1}$$
$$= 57.2 \times 10^{-6} K^{-1}$$

$\therefore$ গুলির আয়তন, ক্ষেত্র ও দৈর্ঘ্য প্রসারণ-সহগ যথাক্রমে $85.7 \times 10^{-6} K^{-1}$, $57.2 \times 10^{-6} K^{-1}$, $28.6 \times 10^{-6} K^{-1}$.

Ans.

সমস্যা-৬। **0°C তাপমাত্রায় একটি সীসার গুলির আয়তন 25 cm^3। 100°C তাপমাত্রায় এর আয়তন কত হবে ? (সীসার দৈর্ঘ্য প্রসারণ-সহগ $27.6 \times 10^{-6} K^{-1}$.)** [চ: বো: ২০০১]

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (100 - 0)°C$
$= 100°C = 100 K$

আদি আয়তন, $V_o = 25 cm^3$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ-সহগ, $\alpha = 27.6 \times 10^{-6} K^{-1}$

বের করতে হবে, 100°C তাপমাত্রায় গুলির আয়তন, $V_2 = ?$

100°C তাপমাত্রায় গুলির আয়তন নির্ণয় :

সূত্রমতে, $\gamma = \dfrac{\Delta V}{V_0 \Delta\theta}$

$$\therefore \Delta V = \gamma \times V_o \times \Delta\theta$$
$$= 3\alpha \times V_o \times \Delta\theta$$

[$\because$ আয়তন প্রসারণ-সহগ, $\gamma = 3\alpha$]

$$= 3 \times 27.6 \times 10^{-6} K^{-1} \times 25 cm^3 \times 100K$$
$$= 0.207 cm^3$$

আবার, $\Delta V = V_2 - V_o$

বা, $V_2 = \Delta V + V_o$
$= 0.207 cm^3 + 25 cm^3$
$= 25.207 cm^3$

$\therefore$ নির্ণেয় 100°C তাপমাত্রায় সীসার গুলির আয়তন হবে $25.207 cm^3$. **Ans.**

সমস্যা-৭। **গ্লিসারিনের প্রকৃত প্রসারণ-সহগ $53 \times 10^{-5} K^{-1}$ 0°C তাপমাত্রায় 200 cm^3 গ্লিসারিনের তাপমাত্রা 30°C বাড়ালে এর প্রসারণ কত হবে ?**

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (30 - 0)°C$
$= 30°C = 30 K$

আদি আয়তন, $V_o = 200 cm^3$

প্রকৃত প্রসারণ-সহগ, $\gamma_r = 53 \times 10^{-5} K^{-1}$

বের করতে হবে, প্রসারণ, $\Delta V = ?$

প্রসারণ বৃদ্ধি নির্ণয় :

সূত্রমতে, $\gamma_r = \dfrac{\Delta V}{V_0 \Delta\theta}$

$$\therefore \Delta V = \gamma_r \times V_o \times \Delta\theta$$
$$= 53 \times 10^{-5} K^{-1} \times 200 cm^3 \times 30K$$
$$= 3.18 cm^3$$

$\therefore$ নির্ণেয় 30°C তাপমাত্রায় গ্লিসারিনের প্রসারণ বৃদ্ধি হবে $3.18 cm^3$. **Ans.**

সমস্যা-৮। **কোন কাচ পাত্রে রাখা পারদের আপাত প্রসারণ-সহগ $14.66 \times 10^{-5} K^{-1}$। এই পাত্রে রাখা 0°C তাপমাত্রার 250 cm^3 পারদের তাপমাত্রা 30°C এ উন্নীত করলে আপাত প্রসারণ কত হবে ?**

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (30 - 0)°C$
$= 30°C$
$= 30 K$

আদি আয়তন, $V_o = 250 cm^3$

আপাত প্রসারণ-সহগ, $\gamma_a = 14.66 \times 10^{-5} K^{-1}$

বের করতে হবে, আপাত প্রসারণ, $\Delta V_a = ?$

আপাত প্রসারণ নির্ণয় :

সূত্রমতে, $\gamma_a = \dfrac{\Delta V_a}{V_0 \times \Delta\theta}$

বা, $\Delta V_a = \gamma_a \times V_o \times \Delta\theta$
$= 14.66 \times 10^{-5} K^{-1} \times 250 cm^3 \times 30K$
$= 1.0995\ cm^3$

∴ নির্ণেয় 30°C তাপমাত্রায় উন্নীত করলে আপাত প্রসারণ হবে $1.0995\ cm^3$. **Ans.**

সমস্যা-৯। চাপ স্থির রেখে 0°C তাপমাত্রার 500cm³ গ্যাসের তাপমাত্রা 10°C বৃদ্ধি করলে এর আয়তন 518.3cm³ হয়। গ্যাসের আয়তন প্রসারণ-সহগ নির্ণয় কর। [রা: বো: ২০০১ অনুরূপ]

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (10 - 0)°C = 10°C = 10K$

আদি আয়তন, $V_o = 500\ cm^3$

শেষ আয়তন, $V_2 = 518.3\ cm^3$

আয়তন বৃদ্ধি, $\Delta V = 518.3\ cm^3 - 500\ cm^3 = 18.3\ cm^3$

বের করতে হবে, গ্যাসের আয়তন প্রসারণ-সহগ, $\gamma = ?$

গ্যাসের আয়তন প্রসারণ-সহগ নির্ণয় :

সূত্রমতে, $\gamma = \dfrac{\Delta V}{V_o \times \Delta\theta}$

$= \dfrac{18.3 cm^3}{500 cm^3 \times 10K}$

$= 0.00366\ K^{-1}$

∴ গ্যাসের আয়তন প্রসারণ-সহগ $3.66 \times 10^{-3} K^{-1}$ **Ans.**

সমস্যা-১০। 0°C তাপমাত্রায় কোন গ্যাসের চাপ 76 cm পারদ চাপ হলে কত তাপমাত্রায় এর চাপ 89.91 cm পারদ চাপ হবে ? স্থির চাপে গ্যাসের চাপ প্রসারাঙ্ক 0.00366K⁻¹।

[য: বো: ২০০৪; কু: বো: ২০০১]

সমাধান : দেওয়া আছে,

আদি চাপ, $P_o = 76\ cm$

শেষ চাপ, $P_2 = 89.91\ cm$

চাপ বৃদ্ধি, $\Delta P = P_2 - P_o = 89.91 - 76 = 13.91\ cm$

চাপ প্রসারণ-সহগ, $\gamma_v = 0.00366\ K^{-1}$

আদি তাপমাত্রা, $\theta_o = 0°C = 273K$

বের করতে হবে, তাপমাত্রা, $\theta_2 = ?$

তাপমাত্রা নির্ণয় :

সূত্রমতে, $\gamma_v = \dfrac{\Delta P}{P_o \times \Delta\theta}$

$\therefore \Delta\theta = \dfrac{\Delta P}{\gamma_v \times P_0}$

$= \dfrac{13.91 cm}{0.00366 K^{-1} \times 76 cm}$

$= 50.00719\ K$

আবার, $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_o$

বা, $\Delta\theta + \theta_o = \theta_2$

বা, $\theta_2 = \Delta\theta + \theta_o$

বা, $\theta_2 = 50.00719\ K + \theta_o$
$= 50.00719K + 273K$
$= 323K$
$= (323 - 273)°C$
$= 50°C$

∴ নির্ণেয় তাপমাত্রা 50°C **Ans.**

সমস্যা-১১। 20°C তাপমাত্রার পরিবর্তনের জন্য 200m দীর্ঘ লোহার রেল লাইনের দৈর্ঘ্য কতটুকু বৃদ্ধি পাবে ? লোহার আয়তন প্রসারণ সহগ $34.8 \times 10^{-6} K^{-1}$। [য: বো: ২০০০]

সমাধান : গাণিতিক সমস্যা ৪নং এর অনুরূপ।

উত্তর : দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে 0.0464m

সমস্যা-১২। –273°C তাপমাত্রাকে কেলভিন স্কেলে প্রকাশ কর। [য: বো: ২০০২]

সমাধান : আমরা জানি,

কোন কিছুর তাপমাত্রা সেলসিয়াস স্কেলে যত কেলভিন স্কেলে তার চেয়ে 273 বেশি।

সুতরাং, 0°C = 273 K

1°C = (1 + 273)K

∴ –273°C = (–273+273)K = 0 K

–273°C তাপমাত্রা কেলভিন স্কেলে 0 K **Ans.**

সমস্যা-১৩। 100° C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পিতলের একটি দণ্ডের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটে 0.38 cm। পিতলের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $19 \times 10^{-6} K^{-1}$ হলে, দণ্ডের আদি দৈর্ঘ্য কত ? [পাঞ্জেরী টেক্সট বই গাণিতিক সমস্যা-১]

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 100°\ K$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 19 \times 10^{-6} K^{-1}$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta \ell = 0.38\ cm = 0.38 \times 10^{-2}\ m$

আদিদৈর্ঘ্য, $\ell_0 = ?$

সূত্রমতে, $\Delta \ell = \alpha \ell_0 \Delta\theta$

বা, $\ell_0 = \frac{\Delta \ell}{\alpha \Delta\theta}$

$= \frac{0.38 \times 10^{-2} m}{19 \times 10^{-6} \times 100}$

$= 2$ m

অতএব, দণ্ডটির আদি দৈর্ঘ্য = 2m (Ans.)

সমস্যা-১৪ । 0° C তাপমাত্রায় 1 m লম্বা একটি অ্যালুমিনিয়াম দণ্ডের তাপমাত্রা 200° C এ উন্নীত করলে এর দৈর্ঘ্য দাঁড়ায় 1.00476 m । অ্যালুমিনিয়াম এর দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ কত ? [পাঞ্জেরী টেক্সট বই গাণিতিক সমস্যা-২]

সমাধান : সমস্যা-২ এর অনুরূপ সমাধান কর।

উত্তর : $23.8 \times 10^{-6} K^{-1}$

সমস্যা-১৫ । 25° C তাপমাত্রায় একটি সীসার পাতের ক্ষেত্রফল 4m² । 200° C তাপমাত্রায় এর ক্ষেত্রফল কত হবে ? (সীসার ক্ষেত্রফল সহগ 55×10⁻⁶ K⁻¹) [পাঞ্জেরী টেক্সট বই গাণিতিক সমস্যা-৩]

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 25° C = 25$ K

আদি ক্ষেত্রফল, $A_0 = 4m^2$

সীসার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = 55 \times 10^{-6} K^{-1}$

ক্ষেত্র প্রসারণ, $\Delta A = ?$

সূত্রমতে, $\Delta A = \beta A° \Delta\theta$

$= 55 \times 10^{-6} \times 4 \times 25$

$= 0.0055 \ m^2$

∴ 200° তাপমাত্রায় সীসাপাতের ক্ষেত্রফল হবে $= (4 + 0.0055) m^2$

$= 4.0055 \ m^2$ **(Ans.)**

সমস্যা-১৬ । 0° C তাপমাত্রার এক খন্ড তামার দৈর্ঘ্য 60 m এবং প্রস্থ 50 m । 30° C তাপমাত্রায় সেই পাতের ক্ষেত্রফল হয় 3003 m² । তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। [পাঞ্জেরী টেক্সট বই গাণিতিক সমস্যা-৪]

সমাধান : সমস্যা-৩ এর অনুরূপ

উত্তর : $33.33 \times 10^{-6} K^{-1}$

সমস্যা-১৭ । 60° C তাপমাত্রার পরিবর্তনের জন্য 200 m লোহার রেল লাইনের দৈর্ঘ্য কতটুকু বৃদ্ধি পাবে ? (লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ = 11.6×10⁻⁶ K⁻¹) [পাঞ্জেরী টেক্সট বই গাণিতিক সমস্যা-৫]

সমাধান : সমস্যা-৪ এর অনুরূপ

উত্তর : 0.14 m

সমস্যা-১৮ । 0° C তাপমাত্রায় একটি সীসার আয়তন 20 cm³ । সীসার আয়তন প্রসারণ সহগ 82.8×10⁻⁶ K⁻¹ হলে 100° C তাপমাত্রায় বলের আয়তন কত হবে ? [পাঞ্জেরী টেক্সট বই গাণিতিক সমস্যা-৭]

সমাধান : সমস্যা-৩ এর অনুরূপ।

উত্তর : 20.166 cm³

সমস্যা-১৯ । 0° C তাপমাত্রায় 200 cm³ গ্লিসারিনের তাপমাত্রা 30° C বাড়ালে এর আয়তন দাঁড়ায় 203.18 cm³ । গ্লিসারিনের প্রকৃত প্রসারণ সহগ কত ? [পাঞ্জেরী টেক্সট বই গাণিতিক সমস্যা-৮]

সমাধান : সমস্যা-৭ এর অনুরূপ

উত্তর : $53 \times 10^{-5} K^{-1}$

সমস্যা২০। **3 kg সীসার তাপমাত্রা 20°C বাড়াতে কত তাপের প্রয়োজন হবে ? সীসার আপেক্ষিক তাপ 130 $Jkg^{-1}K^{-1}$.**

[ব: বো: ২০০১]

সমাধান : দেওয়া আছে,

সীসার ভর, m = 3 kg

আপেক্ষিক তাপ, $S = 130\ Jkg^{-1}K^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 20°C = 20\ K$

বের করতে হবে, প্রয়োজনীয় তাপ শক্তি, Q = ?

তাপের পরিমাণ নির্ণয় :

সূত্রমতে, $Q = mS\Delta\theta$

$= 3kg \times 130K \times 20Jkg^{-1}K^{-1}$

$= 7800\ J$

$\therefore$ নির্ণেয় প্রয়োজনীয় তাপ = 7800 J . **Ans.**

সমস্যা-২১ **এক টুকরা সীসার তাপমাত্রা 50°C -এ উন্নীত করতে 19500 J তাপশক্তির প্রয়োজন হলে সীসার টুকরাটির ভর কত ? (সীসার আপেক্ষিক তাপ 130 $Jkg^{-1}K^{-1}$.)**

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপশক্তি, Q = 19500 J

আপেক্ষিক তাপ, $S = 130\ Jkg^{-1}K^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 50\ K$

বের করতে হবে, সীসার টুকরার ভর, m = ?

রূপার টুকরার ভর নির্ণয় :

সূত্রমতে, $Q = mS\Delta\theta$

বা, $m = \frac{Q}{S\Delta\theta}$

$= \frac{19500}{130Jkg^{-1}K^{-1} \times 50K}$

$= 3.0\ kg$

$\therefore$ নির্ণেয় সীসার টুকরাটির ভর = 3.0 kg . **Ans.**

সমস্যা ২২ 50g দস্তার তাপমাত্রা 20°C থেকে 100°C-এ উন্নীত করতে 1520J তাপশক্তি প্রয়োগ করতে হয়। দস্তার আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় কর। [চ: বো: ২০০০]

সমাধান : দেওয়া আছে, তাপশক্তি, $Q = 1520\text{ J}$

দস্তার ভর, $m = 50\text{g} = 0.05\text{ kg}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (100 - 20)\text{K} = 80\text{ K}$

বের করতে হবে, দস্তার আ: তাপ, $S = ?$

দস্তার আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় :

সূত্রমতে, $Q = mS\Delta\theta$

বা, $S = \frac{Q}{m\Delta\theta} = \frac{1520\text{J}}{0.05\text{kg} \times 80\text{K}} = 380\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$.

$\therefore$ নির্ণেয় দস্তার আপেক্ষিক তাপ $= 380\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$. Ans.

সমস্যা ২৩ 23°C তাপমাত্রার 300 g বেনজিনকে 8670J তাপশক্তি প্রদান করলে এর তাপমাত্রা কত হবে? (বেনজিনের আপেক্ষিক তাপ $1700\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$.)

সমাধান : দেওয়া আছে,

তাপশক্তি, $Q = 8670\text{ J}$

ভর, $m = 300\text{ g} = 0.3\text{ kg}$

আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = 23°\text{C} = (23+273)\text{K} = 296\text{K}$

আপেক্ষিক তাপ, $S = 1700\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

বের করতে হবে, শেষে তাপমাত্রা, $\theta_2 = ?$

শেষ তাপমাত্রা নির্ণয় :

সূত্রমতে, $Q = mS\Delta\theta$

বা, $\Delta\theta = \frac{Q}{ms}$

বা, $\Delta\theta = \frac{8670\text{J}}{0.3\text{kg} \times 1700\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}}$

বা, $\theta_2 - \theta_1 = 17\text{K}$

$\therefore \theta_2 = (17 + 296) = 313\text{K}$

$\therefore$ নির্ণেয় বেনজিনের তাপমাত্রা হবে $= (313-273)°\text{C} = 40°\text{C}$. Ans.

সমস্যা ২৪ 120°C তাপমাত্রার 100 g ভরের একটি বস্তুকে 50g ভর বিশিষ্ট একটি তামার পাত্রে 20°C তাপমাত্রার 300 g পানির মধ্যে ডুবালে পানির চূড়ান্ত তাপমাত্রা 30°C-এ পৌছায়। বস্তুটির উপাদানের আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় কর। তামার আপেক্ষিক তাপ $400\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$।

সমাধান : দেওয়া আছে,

তামার পাত্রের ভর $= 50\text{g} = 0.05\text{ kg}$

তামার আপেক্ষিক তাপ $= 400\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

তামার তাপমাত্রা বৃদ্ধি $= (30-20)°\text{C} = 10°\text{C} = 10\text{ K}$

পানির ভর $= 300\text{g} = 0.3\text{ kg}$

পানির আপেক্ষিক তাপ $= 4200\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি $= (30-20)°\text{C} = 10°\text{C} = 10\text{K}$

বস্তুর ভর $= 100\text{ g} = 0.1\text{ kg}$

বস্তুর তাপমাত্রা হ্রাস $= (120-30)°\text{C} = 90°\text{C} = 90\text{ K}$

বের করতে হবে, বস্তুর উপাদানের আ: তাপ, $S = ?$

বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় :

এখন, তামার পাত্র কর্তৃক গৃহীত তাপ,

$Q_1 = 0.05\text{kg} \times 400\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \times 10\text{K} = 200\text{ J}$

পানি কর্তৃক গৃহীত তাপ, $Q_2 = 0.3\text{kg} \times 4200\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \times 10\text{K} = 12600\text{ J}$

বস্তু কর্তৃক হারানো তাপ, $Q = 0.1\text{kg} \times S \times 90\text{K} = 9S\text{ kgK}$

আবার, গৃহীত তাপ = হারানো তাপ

বা, $Q_1 + Q_2 = Q$

বা, $200\text{J} + 12600\text{J} = 9S\text{kgK}$

বা, $S = \frac{12800\text{J}}{9\text{kgK}} = 1422.22\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$.

$\therefore$ নির্ণেয় বস্তুটির আপেক্ষিক তাপ $= 1422.22\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$. Ans.

সমস্যা ২৫ 20°C তাপমাত্রার 200g ভর বিশিষ্ট একটি কাচপাত্রে 20 g পানি আছে। 100°C তাপমাত্রার এক টুকরা লোহাকে এই পানিতে নিমজ্জিত করে ভালভাবে নাড়া হলে মিশ্রণের তাপমাত্রা হয় 31.8°C। লোহার টুকরার ভর নির্ণয় কর। কাচ ও লোহার আপেক্ষিক তাপ যথাক্রমে $670\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ এবং $460\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$।

সমাধান : দেওয়া আছে,

কাচ পাত্রের ভর $= 200\text{ g} = 0.2\text{ kg}$

কাচের আপেক্ষিক তাপ $= 670\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

কাচের তাপমাত্রা বৃদ্ধি $= (31.8 - 20)°\text{C} = 11.8°\text{C} = 11.8\text{ K}$

পানির ভর $= 20\text{ g} = 0.02\text{ kg}$

পানির আপেক্ষিক তাপ $= 4200\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি $= (31.8 - 20)\text{K} = 11.8\text{K}$

লোহার তাপমাত্রা হ্রাস $= (100 - 31.8)°\text{C} = 68.2°\text{C} = 68.2\text{ K}$

লোহার আ: তাপ $= 460\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

বের করতে হবে, লোহার ভর, $M = ?$

লোহার ভর নির্ণয় :

এখন, কাচ পাত্রের গৃহীত তাপ,

$Q_1 = 0.2kg \times 670Jkg^{-1}K^{-1} \times 11.8K$
$= 1581.2\ J$

পানি কর্তৃক গৃহীত তাপ,

$Q_2 = 0.02kg \times 4200Jkg^{-1}K^{-1} \times 11.8K$
$= 991.2\ J$

লোহা কর্তৃক হারানো তাপ,

$Q = Mkg \times 460Jkg^{-1}K^{-1} \times 68.2$
$= 31372\ J$

আবার, গৃহীত তাপ = হারানো তাপ

বা, $Q_1 + Q_2 = Q$

বা, $1581.2\ J + 991.2J = 31372\ MJkg^{-1}$

বা, $M = \frac{2572.4J}{31372Jkg^{-1}}$

$\therefore M = 0.082\ kg$

$\therefore$ নির্ণেয় লোহার ভর = 0.082 kg. **Ans.**

সমস্যা ২৬ 100°C তাপমাত্রার 700 g তামা 2 kg ভরবিশিষ্ট তামার পাত্রে 25°C তাপমাত্রার 1 kg পানির মধ্যে রাখা হল। তামার আপেক্ষিক তাপ 400 $Jkg^{-1}K^{-1}$ হলে মিশ্রণের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। [চ: বো: ২০০৩; কু: বো: ২০০১; রা: বো: ২০০২]

সমাধান : দেওয়া আছে,

তামার পাত্রের ভর = 2 kg
পানির ভর = 1 kg
পানির আপেক্ষিক তাপ = 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$
তামার ভর = 700 g = 0.7 kg
তামার আপেক্ষিক তাপ = 400 $Jkg^{-1}K^{-1}$
মনে করি, মিশ্রণের তাপমাত্রা = θ°C
তামার পাত্রের তাপমাত্রা বৃদ্ধি = (θ – 25)°C
= (θ – 25) K
পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি = (θ – 25)°C = (θ – 25) K
তামার তাপমাত্রা হ্রাস = (100 – θ)°C = (100 – θ) K

বের করতে হবে, মিশ্রণের তাপমাত্রা, θ = ?

মিশ্রণের তাপমাত্রা নির্ণয় :

এখন, তামার পাত্রের গৃহীত তাপ, Q_1

$= 2kg \times 400Jkg^{-1}K^{-1} \times (\theta - 25)K$
$= 800\ (\theta - 25)\ J$

পানি কর্তৃক গৃহীত তাপ, Q_2

$= 1kg \times 4200Jkg^{-1}K^{-1} \times (\theta - 25)K$
$= 4200\ (\theta - 25)\ J$

তামা কর্তৃক হারানো তাপ, Q

$= 0.7kg \times 400Jkg^{-1}K^{-1} \times (100 - \theta)K$
$= 280 \times (100 - \theta) = 280 \times (100 - \theta)\ J$

আবার, গৃহীত তাপ = হারানো তাপ

বা, $Q_1 + Q_2 = Q$

বা, $800(\theta - 25) + 4200(\theta - 25) = 280 \times (100 - \theta)$

বা, $5000(\theta - 25) = 280 \times (100 - \theta)$

বা, $50000 - 125000 = 28000 - 2800$

বা, $52800 = 28000 + 125000$

বা, $\theta = \frac{153000}{5280} = 28.98°C$

$\therefore$ নির্ণেয় মিশ্রণের তাপমাত্রা = 28.98°C. **Ans.**

সমস্যা ২৭ 0.2 kg ভরের একটি পিতলের বলকে একটি চুল্লী থেকে তুলে 25°C তাপমাত্রার 150 g পানিতে ডুবান হল। পিতলের বল কর্তৃক বর্জিত সমস্ত তাপ পানি গ্রহণ করেছে মনে করলে এবং উভয়ের তাপমাত্রা 67°C-এ এসে দাঁড়ালে চুল্লীর তাপমাত্রা নির্ণয় কর।

পিতলের আপেক্ষিক তাপ 380 $Jkg^{-1}K^{-1}$.

সমাধান : দেওয়া আছে,

পানির ভর = 150g = 0.15 kg
পানির আপেক্ষিক তাপ = 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$
পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি = (67 – 25)°C = 42 K
পিতলের বলের ভর = 0.2 kg
পিতলের বলের আপেক্ষিক তাপ = 380 $Jkg^{-1}K^{-1}$

বের করতে হবে, চুল্লির তাপমাত্রা, θ = ?

চুল্লির তাপমাত্রা নির্ণয় :

পানি কর্তৃক গৃহীত তাপ, Q_1

$= 0.15kg \times 4200Jkg^{-1}K^{-1} \times 42\ K$
$= 26460\ J$

পিতলের বল কর্তৃক হারানো তাপ, Q_2

$= 0.2\ kg \times 380Jkg^{-1}K^{-1} \times (\theta - 67)\ K$
$= 76 \times (\theta - 67)\ J$

আবার, গৃহীত তাপ = হারানো তাপ

বা, $Q_1 = Q_2$

বা, $26460\ J = 76 \times (\theta - 67)\ J$

বা, $76\theta = 26460 + 5092$

বা, $\theta = \frac{31552}{76}$

বা, $\theta = 415.16°C$

$\therefore$ নির্ণেয় চুল্লীর তাপমাত্রা = 415.16°C. **Ans.**

সমস্যা-২৮ **30°C তাপমাত্রার 200 g রুপাকে সম্পূর্ণ গলাতে প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণ হিসাব কর। রুপার আপেক্ষিক তাপ, গলনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ এবং গলনাঙ্ক যথাক্রমে $230 Jkg^{-1}K^{-1}$, $105000\ Jkg^{-1}$ এবং 960°C .**

সমাধান : দেওয়া আছে,

রুপার ভর, $m = 200\ g = 0.2\ kg$

রুপার আপেক্ষিক তাপ, $S = 230\ Jkg^{-1}K^{-1}$

রুপার গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ, $L = 105000\ Jkg^{-1}$

রুপার গলনাংক = 960°C

বের করতে হবে, রূপা গলাতে প্রয়োজনীয় তাপ, Q = ?

রুপা গলাতে প্রয়োজনীয় তাপ নির্ণয় :

এক্ষেত্রে দুইটি পর্যায়ে তাপ গৃহীত হয়

30°C হতে 960°C এ উঠতে রুপার গৃহীত তাপ,

$$\begin{aligned} Q_1 &= mS\theta \\ &= 0.2kg \times 230\ Jkg^{-1}K^{-1} \times (960 - 30)K \\ &= 42780\ J \end{aligned}$$

960°C এ রুপা গলতে গৃহীত তাপ, Q_2

$$\begin{aligned} &= mL \\ &= 0.2\ kg \times 105000\ Jkg^{-1} \\ &= 21000\ J \end{aligned}$$

∴ মোট প্রয়োজনীয় তাপশক্তি, $Q = Q_1 + Q_2$

$$\begin{aligned} &= (42780 + 21000)\ J \\ &= 63780\ J \end{aligned}$$

∴ নির্ণেয় প্রয়োজনীয় তাপশক্তি = 63780J . **Ans.**

সমস্যা-২৯ **–10°C তাপমাত্রা বিশিষ্ট 100 g বরফকে 100°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে প্রয়োজনীয় তাপ বের কর। বরফের আপেক্ষিক তাপ এবং গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ যথাক্রমে $2100\ Jkg^{-1}K^{-1}$ এবং $336000\ Jkg^{-1}$ ।**

[ব: বো: ২০০৩; রা: বো: '২০০০]

সমাধান : দেওয়া আছে,

বরফের ভর, $m = 100g = 0.1\ kg$

বরফের আপেক্ষিক তাপ, $S_1 = 2100\ Jkg^{-1}K^{-1}$

বরফের গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ, L

$= 336000\ Jkg^{-1}$

পানির আপেক্ষিক তাপ, $S_2 = 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$

বের করতে হবে, প্রয়োজনীয় তাপশক্তি, Q = ?

তাপশক্তির পরিমাণ নির্ণয় :

এক্ষেত্রে তিনটি পর্যায়ে তাপ গৃহীত হয়,

– 10°C হতে 0°C এ উঠতে বরফের গৃহীত তাপ,

$$\begin{aligned} Q_1 &= mS_1\theta_1 \\ &= 0.1\ kg \times 2100 Jkg^{-1}K^{-1} \times \{0 - (-10)\}K \\ &= 2100\ J \end{aligned}$$

0°C এ বরফ গলে 0°C-এর পানি হতে গৃহীত তাপ,

$$\begin{aligned} Q_2 &= mL \\ &= 0.1kg \times 336000\ Jkg^{-1} \\ &= 33600\ J \end{aligned}$$

0°C হতে 100°C এ উঠতে পানির গৃহীত তাপ,

$$\begin{aligned} Q_3 &= mS_2\theta_1 \\ &= 0.1\ kg \times 4200Jkg^{-1}K^{-1} \times (100 - 0)K \\ &= 42000\ J \end{aligned}$$

প্রয়োজনীয় তাপশক্তি, $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$

$$\begin{aligned} &= (2100 + 33600 + 42000)\ J \\ &= 77700\ J \end{aligned}$$

∴ নির্ণেয় প্রয়োজনীয় তাপশক্তি = 77700 J. **Ans.**

সমস্যা-৩০ **সমান ভরের বরফ এবং ফুটন্ত পানি একত্রে মিশ্রিত করা হল। এতে সম্পূর্ণ বরফ পানিতে পরিণত হল এবং মিশ্রণের তাপমাত্রা 10°C হল। বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ বের কর।**

[চ: বো: ২০০২]

সমাধান : দেওয়া আছে,

বরফের ভর = পানির ভর = M kg

পানির আপেক্ষিক তাপ, $S_1 = 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$

বের করতে হবে, বরফ গলনের আ: সুপ্ত তাপ, L = ?

বরফ গলনের সুপ্ততাপ নির্ণয় :

0°C এ বরফ গলতে গৃহীত তাপ, $Q_1 = ML\ J$

0°C হতে 10°C এ উঠতে পানির গৃহীত তাপ,

$$\begin{aligned} Q_2 &= mS_1\theta_1 \\ &= M\ kg \times 4200\ Jkg^{-1}K^{-1} \times (10 - 0)K \\ &= 42000\ MJ \end{aligned}$$

100°C হতে 10°C এ নামতে পানির বর্জিত তাপ,

$$\begin{aligned} Q_3 &= MS_1\theta_2 \\ &= Mkg \times 4200\ Jkg^{-1}K^{-1} \times (100 - 10)K \\ &= 378000\ MJ \end{aligned}$$

আবার, বর্জিত তাপ = গৃহীত তাপ

বা, $Q_3 = Q_1 + Q_2$

বা, $378000M = ML + 42000\ M$

বা, $378000 = L + 42000$

বা, $L = 378000 - 42000 = 3,36000\ Jkg^{-1}$

∴ নির্ণেয় বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ

$= 3,36000\ Jkg^{-1}$. **Ans.**

সমস্যা-৩১ **–10°C তাপমাত্রায় 200g বরফকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে প্রয়োজনীয় তাপ বের কর। বরফের আপেক্ষিক এবং গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ যথাক্রমে $2100\ JkgK^{-1}$ এবং $336000\ Jkg^{-1}$ ।** [ঢা: বো: ২০০০]

সমাধান : প্রয়োজনীয় তাপ = 71400J

গাণিতিক সমস্যার সমাধান ১০নং এর অনুরূপ।

সমস্যা- ৩২ $-10°C$ তাপমাত্রায় 1kg বরফকে $100°C$ তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পে পরিণত করতে প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। [বরফের আপেক্ষিক তাপ 2100 $Jkg^{-1}K^{-1}$, বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ 336000 Jkg^{-1} এর পানির বাষ্পীয় ভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ 2268000 Jkg^{-1}] [ঢা: বো: '৯৯]

সমাধান : প্রয়োজনীয় তাপ = 3045000J

গাণিতিক সমস্যার সমাধান ১০নং এর অনুরূপ।

সমস্যা-৩৩ 1 kg বরফকে $30°C$ তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে কি পরিমাণ তাপ লাগবে ? [বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ = 336000 J kg^{-1} এবং পানির আপেক্ষিক তাপ 4200 J kg^{-1} K^{-1}] [সি: বো: ২০০২]

পাঞ্জেরী টেক্সট বই, গাণিতিক সমস্যা-৭

সমাধান : দেওয়া আছে,

বরফের ভর, $m = 1$ kg

বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ,

$L = 336000\ J\ kg^{-1}$

পানির আপেক্ষিক তাপ $S = 4200\ J\ kg^{-1}\ K^{-1}$

বের করতে হবে, প্রয়োজনীয় তাপ শক্তি, $Q = ?$

শক্তির পরিমাণ নির্ণয় :

এক্ষেত্রে দুইটি পর্যায়ে তাপ গৃহীত হয়।

$0°C$ এর বরফ হতে $0°C$ এর পানি হতে গৃহীত তাপ,

$$Q_1 = mL = 1\ kg \times 336000\ J\ kg^{-1} = 336000\ J$$

$0°C$ হতে $30°C$এ উঠতে পানির গৃহীত তাপ,

$$Q_2 = mS\theta = 1\ kg \times 4200\ J\ kg^{-1}\ K^{-1} \times (30-0)K = 126000\ J$$

∴ প্রয়োজনীয় তাপশক্তি,

$$Q = Q_1 + Q_2 = 336000 + 126000 = 462000\ J\ \textbf{Ans.}$$

সমস্যা-৩৪ 200 gm ভর বিশিষ্ট অ্যালুমিনিয়ামের পাতের তাপমাত্রা $20°C$ বাড়াতে 1800J তাপ লাগে। অ্যালুমিনিয়ামের আপেক্ষিক তাপ বের কর। [য: বো: ২০০৩]

পাঞ্জেরী টেক্সট বই গাণিতিক সমস্যা-৬

সমাধান : দেওয়া আছে,

অ্যালুমিনিয়ামের ভর, $m = 200$ gm $= 0{\cdot}2$kg

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 20°C = 20K$

তাপ শক্তি, $Q = 1800J$

বের করতে হবে, আপেক্ষিক তাপ, $S = ?$

আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় :

সূত্রমতে, $Q = mS\Delta\theta$

বা, $S = \frac{Q}{m\Delta\theta} = \frac{1800J}{0{\cdot}2kg \times 20K} = 450Jkg^{-1}K^{-1}$ **Ans.**

সমস্যা ৩৫ $0°C$ তাপমাত্রার 3 kg বরফকে বাষ্পে পরিণত করতে প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর।

[কু: বো: ২০০৪ অনু:; ঢা: বো: ২০০৩]

সমাধান : দেওয়া আছে,

বরফের ভর, $m = 3$ kg

বরফ গলনের সুপ্ত তাপ, $L = 336000Jkg^{-1}$

পানির আ: তাপ $S = 4200J\ kg^{-1}K^{-1}$

পানির বাষ্পীভবনের সুপ্ত তাপ $= 2268000J\ kg^{-1}$

বের করতে হবে, প্রয়োজনীয় তাপশক্তি, $Q = ?$

প্রয়োজনীয় তাপশক্তি নির্ণয় :

এক্ষেত্রে বরফ তিন পর্যায়ে তাপ গৃহীত করবে।

$0°C$ তাপমাত্রার বরফ গলে $0°C$ তাপমাত্রার পানিতে পরিণত হতে গৃহীত তাপ,

$$Q_1 = mL = 3\ kg \times 336000J\ kg^{-1} = 1008000J$$

$0°C$ তাপমাত্রায় পানি $100°C$ এ পৌছাতে গৃহীত তাপ,

$$Q_2 = mS \times 100 = 3\ kg \times 4200J\ kg^{-1}\ K^{-1} \times 100K = 1260000J$$

$100°C$ তাপমাত্রায় পানি বাষ্পে পরিণত হতে গৃহীত তাপ,

Q_3 = ভর × বাষ্পীভবনের সুপ্ত তাপ

$= 3\ kg \times 2268000J\ kg^{-1} = 6804000J$

প্রয়োজনীয় তাপশক্তি,

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 1008000J + 1260000J + 6804000J = 9072000\ J\ \textbf{Ans.}$$

সমস্যা-৩৬ 10kg তামার তাপমাত্রা $30°C$ বাড়াতে কত তাপ লাগবে ? তামার আপেক্ষিক তাপ 400J $kg^{-1}K^{-1}$

সমাধান : পাঞ্জেরী গাণিতিক সমস্যা-১ এর অনুরূপ।

উত্তর : 120000 J

সমস্যা-৩৭ 1 kg ভরের একটি লোহার টুকরার তাপমাত্রা 80°C বৃদ্ধি করতে 36800J তাপশক্তির প্রয়োজন হয়। লোহার আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় কর। (পাঞ্জেরী টেক্সট বই, গাণিতিক সমস্যা-৩)

সমাধান : দেওয়া আছে,

লোহার টুকরার ভর, $m = 1$ kg

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 80°C/80$ K

প্রয়োজনীয় তাপশক্তি, $Q = 36800$ J

বের করতে হবে, লোহার আপেক্ষিক তাপ, $S = ?$

সূত্রমতে, $Q = sm\Delta\theta$

বা, $S = \frac{Q}{m\,\Delta\theta}$

$= \frac{36800}{1 \times 80}$

$= 460 \text{ J kg}^{-1}\text{kg}$

অতএব, লোহার আপেক্ষিক তাপ 160 $\text{Jkg}^{-1}\text{ K}^{-1}$ **(Ans.)**

সমস্যা-৩৮ 20°C তাপমাত্রার 500 gm রূপাকে 400J তাপশক্তি প্রদান করলে এর চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত হবে? (রূপার আপেক্ষিক তাপ 230 $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$।] [পাঞ্জেরী টেক্সট বই, গাণিতিক সমস্যা-৪]

সমাধান : গাণিতিক সমস্যা-৪ এর অনুরূপ।

উত্তর : 54.78° C

সমস্যা-৩৯ একটি তামার ক্যালরিমিটারের ভর 250 gm এবং উপাদানের আপেক্ষিক তাপ 400 $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$। ক্যালরিমিটারের তাপমাত্রা 20°C হতে 70°C এ উঠাতে কত তাপের প্রয়োজন হবে? [পাঞ্জেরী টেক্সটবই, গাণিতিক সমস্যা-৫]

সমাধান : দেওয়া আছে,

ক্যালরিমিটারের ভর, $m = 250\text{g} = 0.25$ kg

উপাদানের আপেক্ষিক তাপ, $S = 400 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 70°C - 20°C = 50°C/50K$

বের করতে হবে, প্রয়োজনীয় তাপ, $Q = ?$

সূত্রমতে, $Q = ms\,\Delta\theta$

বা, $Q = 0.25 \times 400 \times 50$

$= 5000$ J

অতএব, 500J তাপ প্রয়োজন। **(Ans.)**

সমস্যা-৪০ –10C তাপমাত্রার ৫মস বরফের সাথে 40°C তাপমাত্রার 20gm পানি মিশালে মিশ্রণের শেষ উষ্ণতা কত হবে? [বরফের আপেক্ষিক তাপ = $2.1 \times 10^3 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}$। বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ = $3.36 \times 10^5 \text{ Jkg}^{-1}$। এবং পানির আপেক্ষিক তাপ = $4.2 \times 10^3 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$] (পাঞ্জেরী টেক্সট বই, গাণিতিক সমস্যা-৯)

সমাধান : গাণিতিক সমস্যা-১০ এর অনুরূপ।

উত্তর : 15°C